

Ventilation mécanique en médecine d'urgence

Diplôme Universitaire
Prise en charge des
situations d'urgences
médico-chirurgicales

Dr ANDREOTTI Christophe
Service d'Accueil des Urgences/SMUR Hôpital COCHIN / Hôtel-Dieu
Groupe Hospitalo-Universitaire Paris Centre

Ventilation mécanique en médecine d'urgence

Rappels physiques et physiologiques

Paramètres du respirateur

Réglages et Modes ventilatoires

Indications / Contre-indications VNI

Paramètres de surveillance

Ventilation mécanique

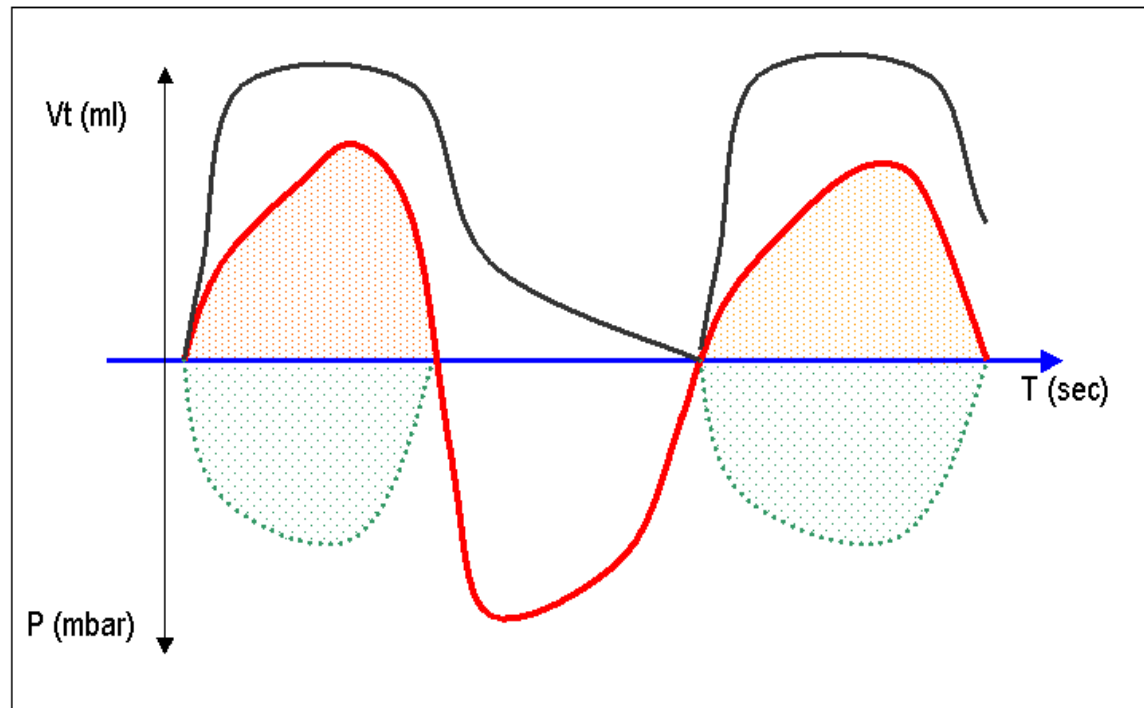
- Buts de la ventilation mécanique
 - Optimiser l'**Oxygénation** du patient
 - **Décarboxylation**: éliminer le CO₂ produit par l'activité métabolique
 - Ne pas aggraver/créer des lésions:
 - **Barotraumatisme**
 - **Volotraumatisme**
 - **Atélectraumatisme**

Principe

- Permet de suppléer ou assister la respiration spontanée, dans un contexte d'hypoxie tissulaire d'étiologies pulmonaires ou extra pulmonaires
- Se pratique par une équipe formée avec un matériel et un environnement adaptés
- Par le biais de différentes interfaces, invasives ou non
- Doit permettre un sevrage rapide

Rappels physiologiques

Régime de pressions + VM



- Cycle respiratoire
- ... Dépression
- Volume inspiré
- Dépression inspiratoire
- Cycle mécanique

Inspiration:

- Dépression en VS
- Surpression en VM

Expiration: passive

Rappels physiologiques

- **Ventilation spontanée :**
Alternance de pression positive et négative
- **Ventilation mécanique :**
Exclusivement en pression positive

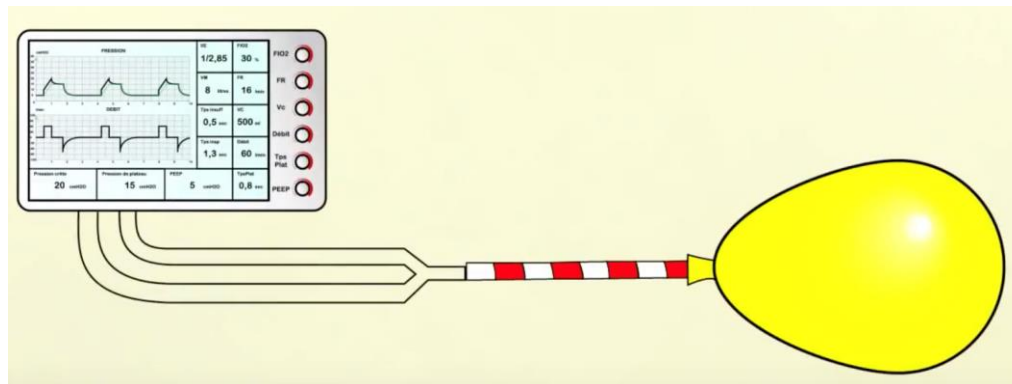


NON PHYSIOLOGIQUE

Risque de barotraumatisme, diminution du retour veineux...

Rappels physiologiques

- Pression exprimée en cmH_2O ou mBar
- P élastique (P_e) et P résistive (P_r)
- Alvéole assimilée à un ballon
- Sonde d'intubation, trachée et arbre bronchique assimilés à une paille

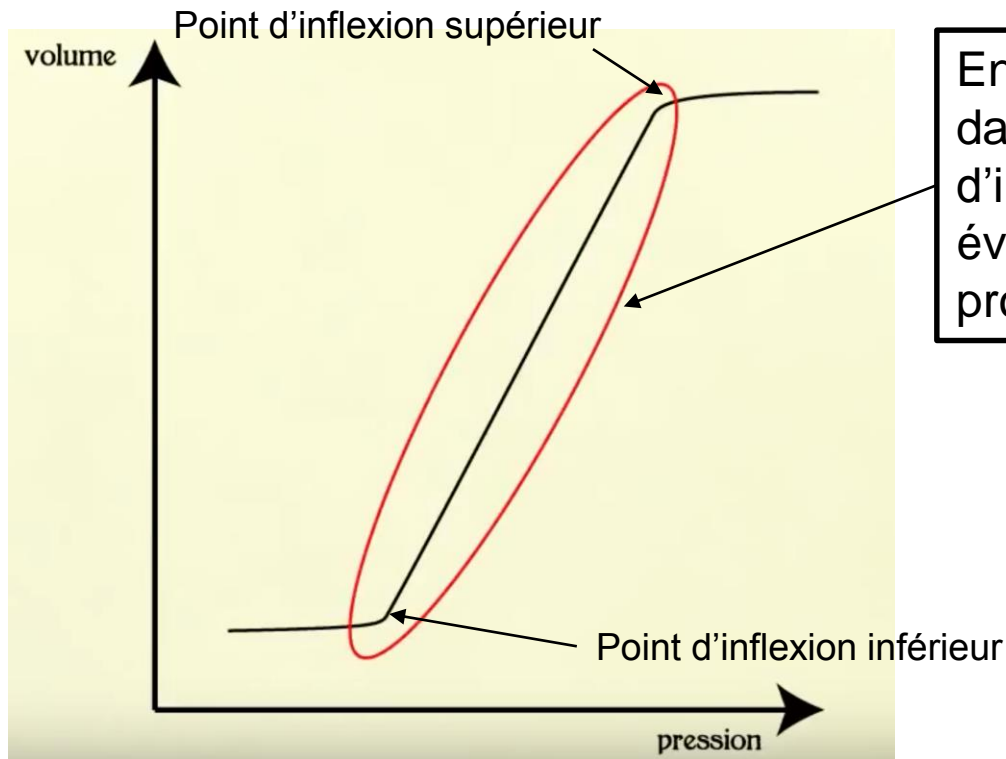


Pression élastique

- P exercée sur parois d'un ballon quand il est gonflé
- Déterminée par 2 facteurs:
 - Volume du ballon
 - Compliance du ballon (dépend de la structure propre du ballon) $C = \Delta V / \Delta P$

Pression élastique (2)

- $C = \Delta V / \Delta P$



En VM le but est de rester dans la zone entre les 2 points d'inflexion, zone où la P et le V évoluent de manière proportionnelle.

$$V = C \times P \Rightarrow P_e = V/C$$

Courbe pression - volume

Pression résistive

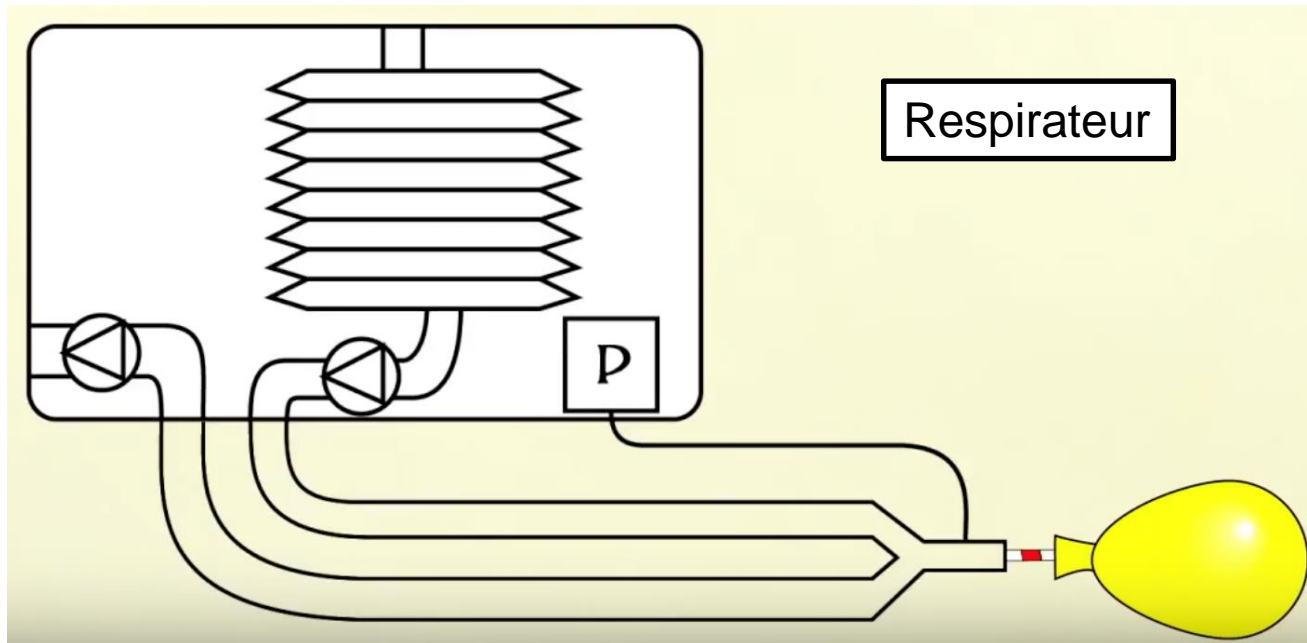
- P à exercer sur un fluide pour le faire avancer dans un tuyau cylindrique (paille)
- Nécessité de créer un gradient de P pour que le fluide avance
- Gradient de P proportionnel au débit. $\Delta P \propto Q$
- 3 autres facteurs influencent le Q:
 - Le rayon de la paille
 - La viscosité du fluide
 - La longueur de la paille

Ces 3 paramètres sont regroupés dans la notion de résistance

Pression résistive (2)

- Résistance: $R = 8 L \eta / \pi r^4$
- Donc $Q = \Delta P / R \Rightarrow \Delta P = Q \times R$
- $\Delta P = Q \times 8 L \eta / \pi r^4$ Loi de Poiseuille

Rappels physiologiques



P dans les voies aériennes = P_{aw} (dans le circuit)

P alvéoles = P_a (P à la sortie du circuit, non mesurable)

Gradient de pression: $P_{aw} - P_a$

Rappels physiologiques

Gradient de pression: $P_{aw} - P_a$

$$P_{aw} - P_a = Q \times 8 L \eta / \pi r^4 \quad \text{On considère que les résistances sont constantes}$$
$$= Q \times R_{aw}$$

$$\text{Donc } P_{aw}(T) = Q(T) \times R_{aw}(T) + P_a(T) \quad \text{et } P_a \text{ est la P élastique}$$
$$\text{Donc } = V(T) / C$$

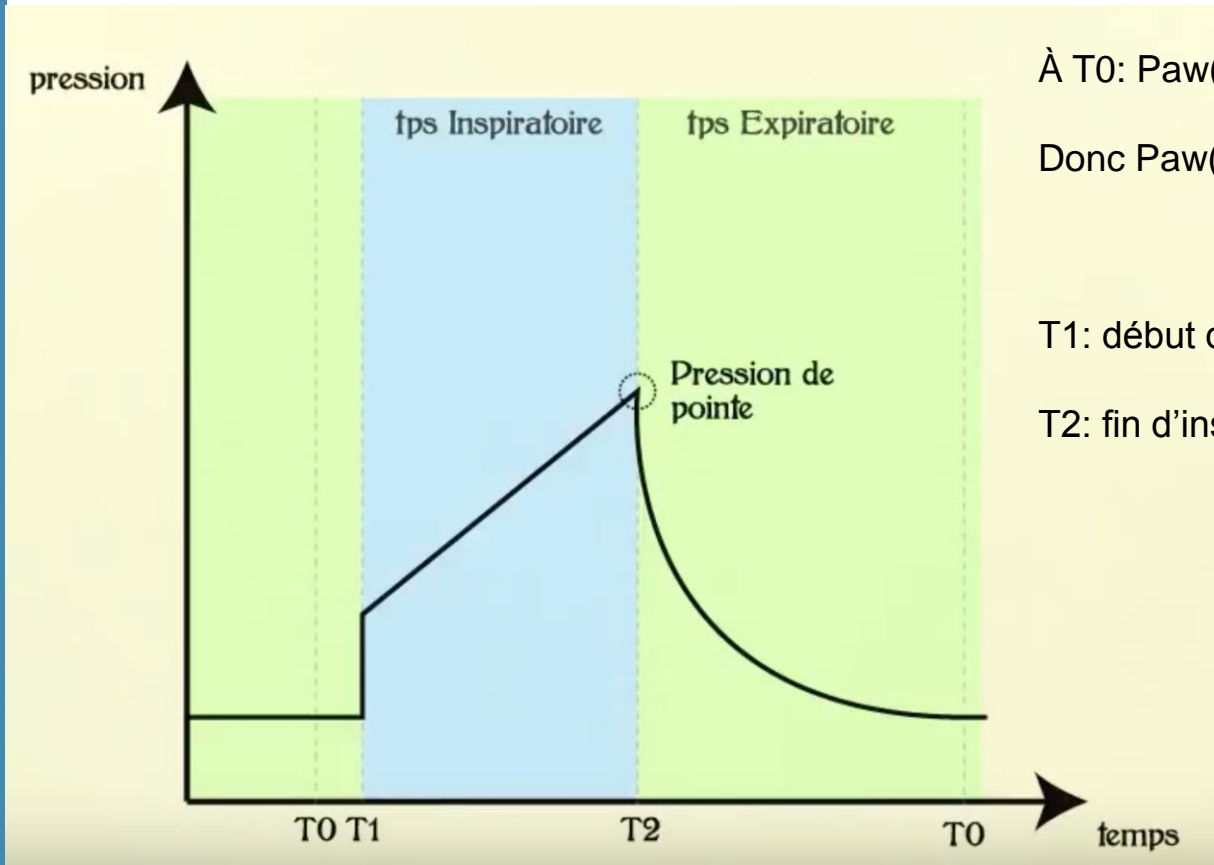
Et $V(T) = V_i(T) + V(T_0)$ V_i : Vol insufflé à l'instant T

$$\text{DONC } P_{aw}(T) = Q(T) \times R_{aw}(T) + V_i(T)/C + P(T_0)$$

C'est l'équation du mouvement respiratoire

$$Paw(T) = Q(T) \times Raw(T) + Vi(T)/C + P(T0)$$

C'est l'équation du mouvement respiratoire



À T0: $Paw(T0) = 0 \times Raw + 0/C + Pa(T0)$

Donc $Paw(T0) = Pa(T0) = PEP$

T1: début de l'inspiration

T2: fin d'inspiration

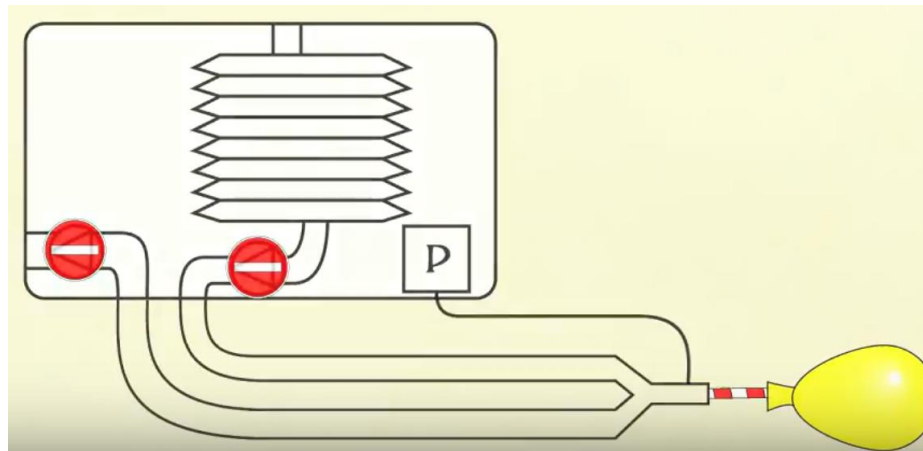
Comment évaluer la P dans les alvéoles?

En fermant les 2 valves du respirateur, on crée un Q nul donc les P_{aw} et P_a s'égalisent

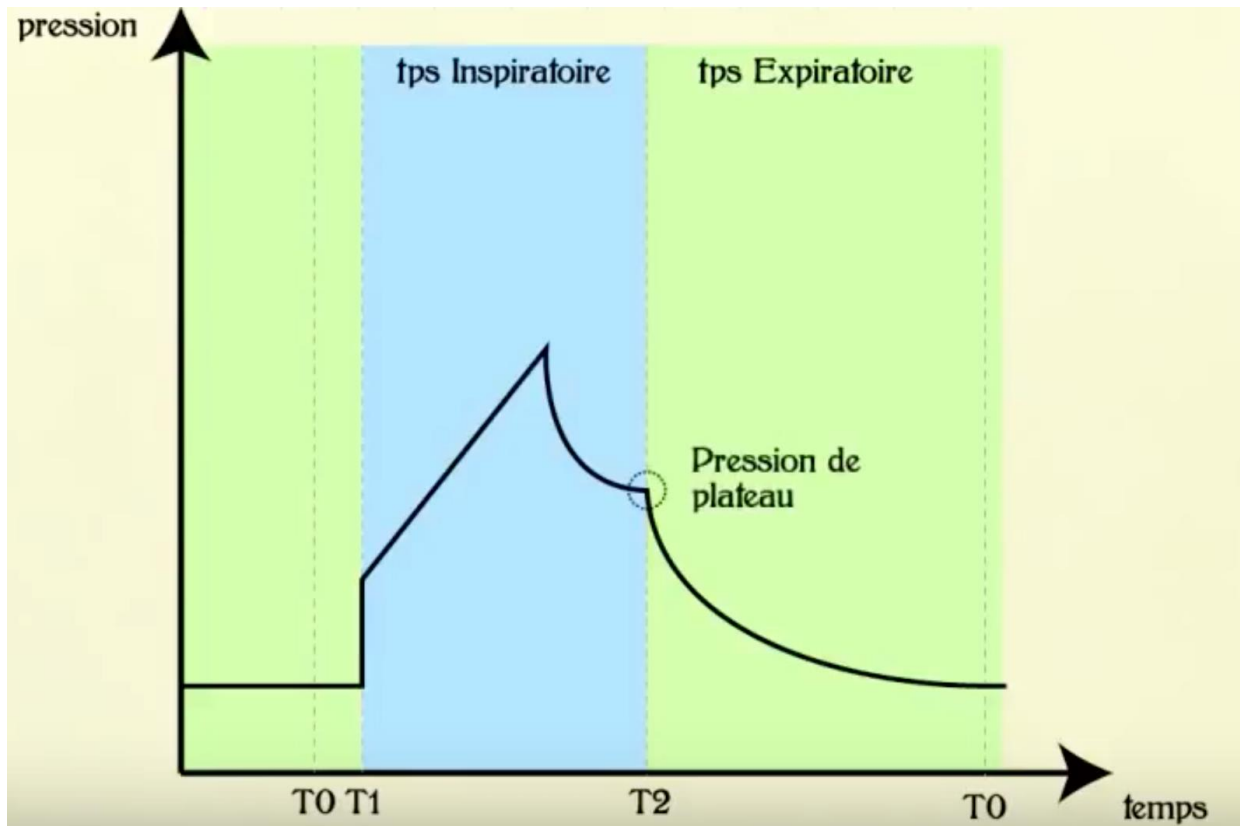
⇒ **Pause télé-inspiratoire** à un temps prédéfini appelé temps de plateau

⇒ Et permet de mesurer une nouvelle P : **Pression de plateau**

P_{pl} = estimation précise de la P_a en fin d'inspiration

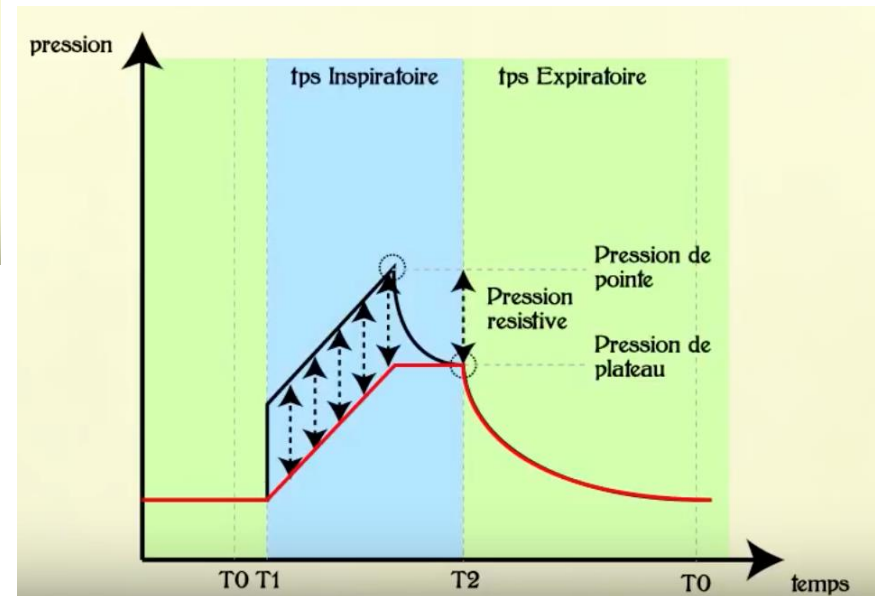
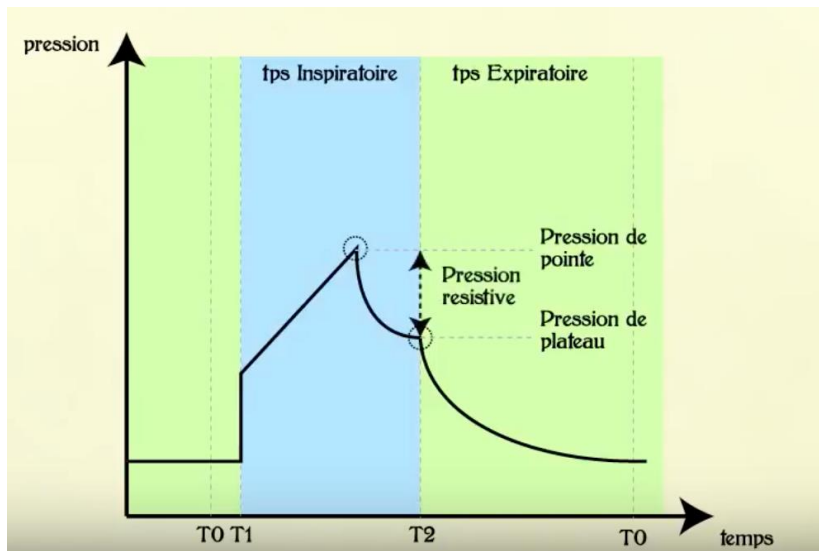


Pression de plateau



$P_{pl} < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$

Pressions résistives



Paramètres du respirateur

Ils sont très nombreux à pouvoir être réglés

Fréquence respiratoire

Volume courant

Volume minute

Temps inspiratoire

Temps de plateau

Temps expiratoire

Temps d'insufflation

Rapport I/E

La PEP

Le débit max

Le type de débit: carré ou décroissant

La FiO2

Aide inspiratoire

Trigger

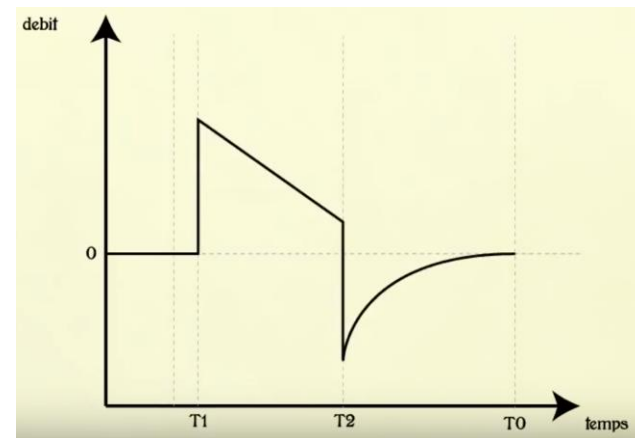
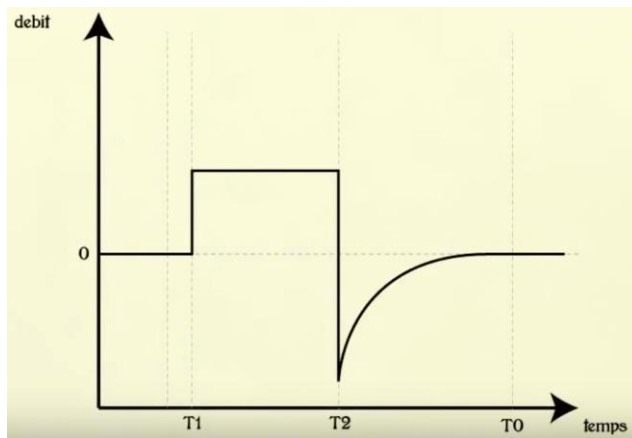
Chaque marque et modèle de respirateur ne permet de régler que certains de ces paramètres et pas tous les mêmes.

Paramètres du respirateur (2)

- F_iO_2 : fraction inspirée d' O_2
 - Comprise entre 21% et 100%
- La fréquence respiratoire (FR) : nb cycles/min
 - Durée d'un cycle = $60 / FR$
- Le Volume courant (V_t ou V_c) : vol insufflé à chaque cycle
- Le Volume minute (V_m) = $FR \times V_t$
 - Déterminant majeur de la $PaCO_2$

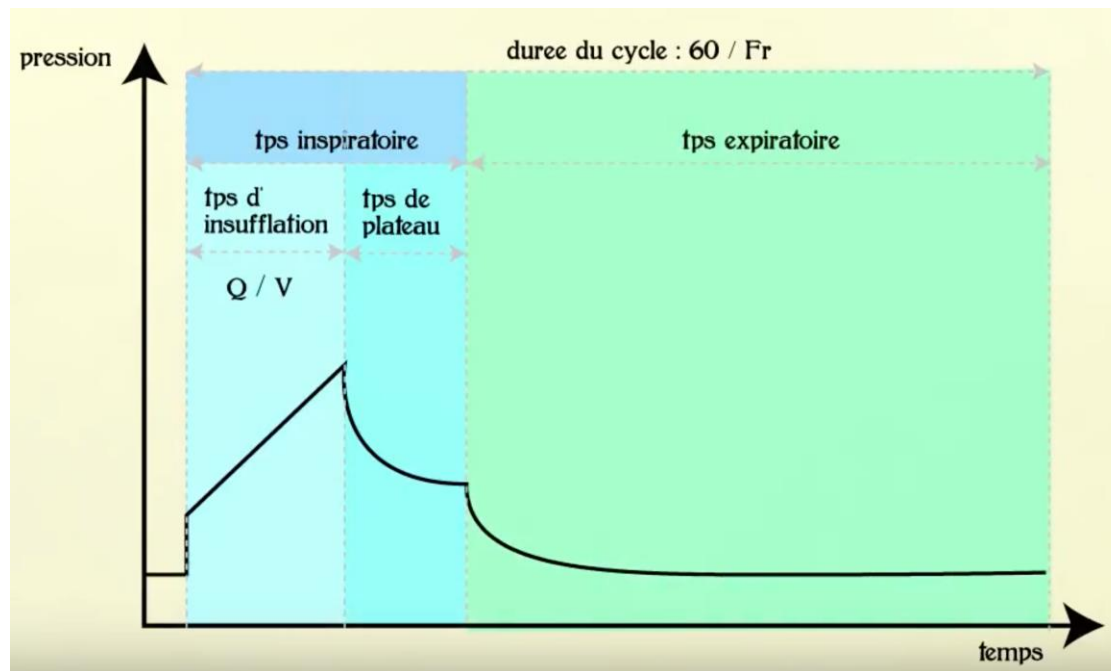
Paramètres du respirateur (3)

- Le débit max (Q)
 - Débit maximum délivré à chaque inspiration
 - Exprimé en L/min
 - Sur certains respi on peut choisir le type de débit
 - Soit Q constant = carré
 - Soit débit décroissant



Paramètres du respirateur (4)

- Temps inspiratoire, temps plateau, temps insufflation, temps expiratoire et rapport I/E

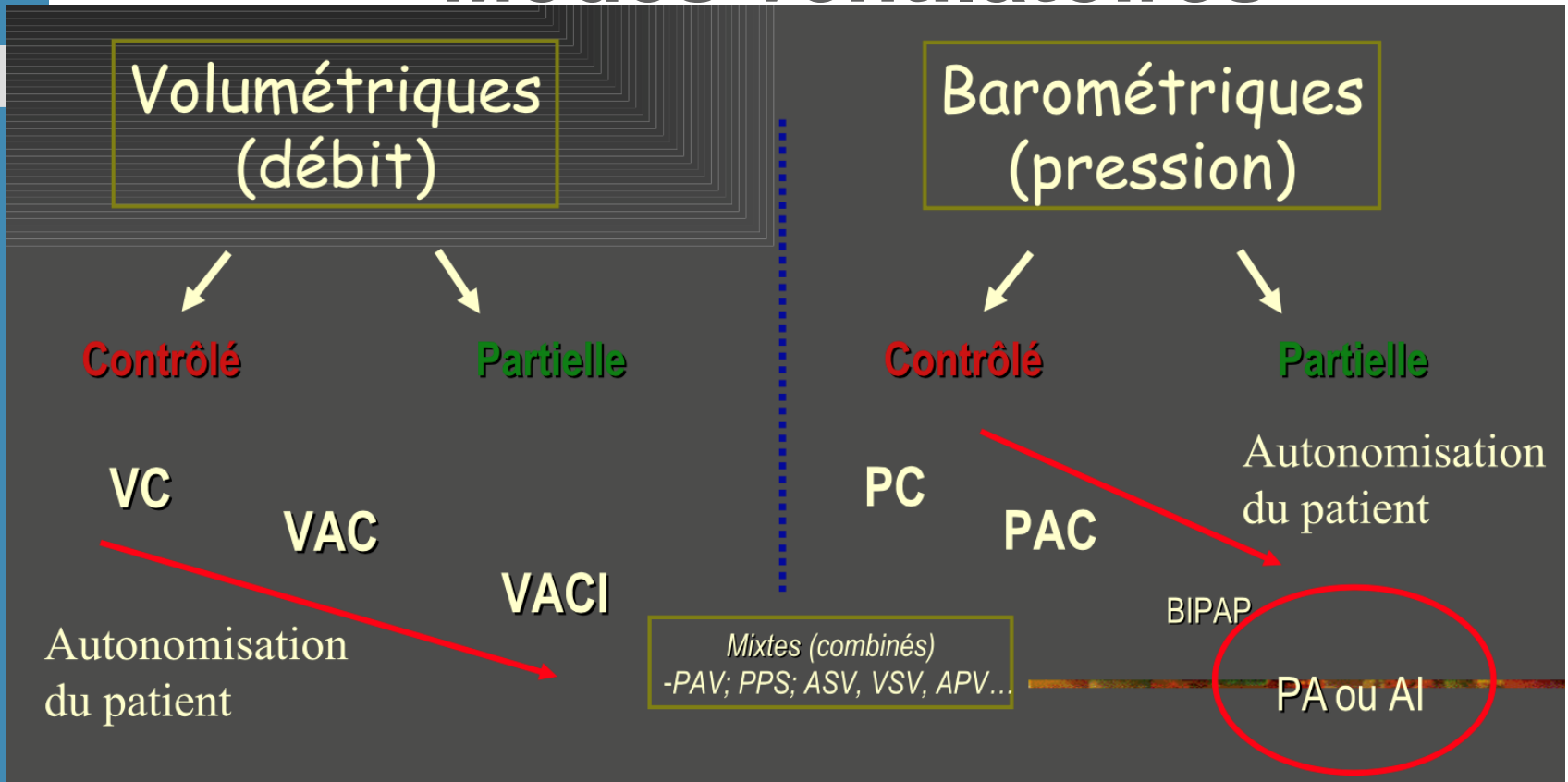


=> Permet de calculer le rapport I/E

Rapport I/E doit être au moins de 1/2

Tous ces paramètres sont interdépendant

Modes ventilatoires



Choix du mode ventilatoire

- En médecine d'urgence
- Privilégier VVC à débit constant
 - Le plus adapté lors de la mise en route d'une ventilation mécanique
 - Suppose une sédation parfaite
- VNI (VS-AI-PEP ou CPAP)
 - À privilégier au maximum si possible
 - Pour bonnes indications
 - Suppose un patient conscient et coopérant

VVC

Réglages des paramètres

- Se baser sur les objectifs de la ventilation pour régler le respirateur
- Optimiser l'oxygénation
 - Principal paramètre: la FiO_2
 - 21% à 100%
- Elimination du CO_2
 - Principal paramètre: le V_m
 - Déterminé par la FR et le V_t

VVC

Réglages des paramètres (2)

- Volume minute
 - V_t à régler (⚠ avec $P_{pl} < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$)
 - Limiter **$V_t < 8 \text{ mL/kg}$**
 - Dans certaines patho (ex SDRA, asthme) limiter encore plus: $V_t < 6 \text{ mL/kg}$
 - Donc peu de marge pour modifier le V_t

 - Donc si veut modifier le V_m on joue avec **la FR**
 - Base: **12 – 15 cycles/min**
 - ⚠ si $FR > 30/\text{min}$: risque de lésions alv par cisaillement

 - Quel niveau de V_m ? Réévaluer avec contrôle GDS et PaCO_2

VVC

Réglages des paramètres (3)

- Rapport I/E
 - De base doit être **au moins à 1/2**
 - Si on réduit le T expiratoire, risque **hyperinflation dynamique** et volo et barotraumatisme
 - En cas de frein expiratoire: allonger le tps expiratoire avec I/E à 1/3 voire plus
- Réglage du temps de plateau
 - Si Tpl trop bas: risque de surestimer la Ppl (pas gênant en soi)
 - Mais Tpl nécessaire pour que échanges gazeux soient optimum
- Réglage du débit max: influe sur rapport I/E
 - Si on augmente le Qmax: à temps inspiratoire identique on va augmenter le Tpl
 - mais risque d'augmenter la P de crête (équation du mouvement respiratoire)

VVC

Réglages des paramètres (4)

Débit max

Equation du mouvement respiratoire

$$Paw = Q \times R_{aw} + V_i/C + P_a(T_0)$$

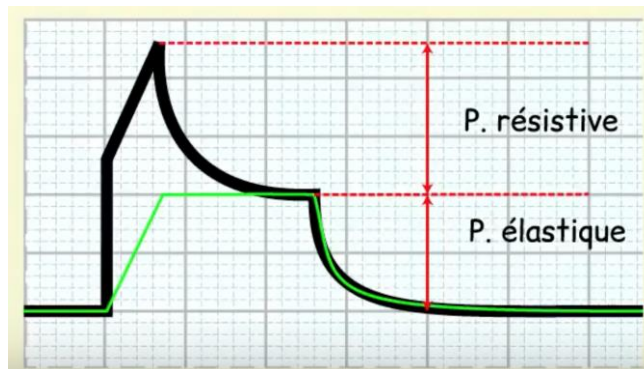
P résistive

P élastique

Responsable du barotraumatisme

Si on augmente le Q, on augmente donc les P et la P de crête

- P crête = P résistive + P élastique
- Mais en augmentant le Q on augmente uniquement la partie résistive
- Donc pas de risque de barotraumatisme



Equation du mouvement respiratoire

$$P_{aw} = \underbrace{Q \times R_{aw}}_{P \text{ résistive}} + \underbrace{V_i/C + P_a(T_0)}_{P \text{ élastique}}$$

P résistive

P élastique

2 causes d'augmentation de la P de crête:

- P plateau augmente: peut signifier
 - Que P élastique est en train d'augmenter
 - Soit par augmentation de la P_a à T_0 (= une autoPEP)
 - Soit une diminution de la compliance
- Une augmentation des P résistives
 - Donc une augmentation des R_{aw}
 - Soit bronchospasme
 - Soit sonde d'intubation en train de se boucher

Dans tous les cas: Attention !! Et importance de la clinique
Ausculté le patient avant d'ausculté le respirateur

VVC

Réglages des paramètres (5)

- Réglage de la PEP : dernier paramètre
 - Pression Expiratoire Positive
 - = P qui règne dans l'alvéole en fin d'expiration
 - **Objectif**: régler PEP au dessus du point d'inflexion inférieur de courbe P/Vol
 - Pour diminuer risque de dérecrutement et d'atélectraumatisme
 - **Débuter en général à 5 cmH₂O**
 - Augmenter progressivement pour gagner en oxygénation
 - Attention: PEP = Pa à T0 donc influence la Ppl
 - Ne jamais monter la PEP si Ppl > 30 cmH₂O
 - => **PEP QSP Ppl < 30 cmH₂O**

VVC

Réglages des alarmes

- Alarmes de pression: 2 plus importantes: P de plateau et P de crête
 - **P plateau < 30 cmH2O**
 - **Alarme de P crête:** environ 40 cmH2O
 - respi arrête d'insuffler dès que niveau Pcrête est atteint
 - Ex: dans bronchospasme: P crête augmente du fait des R, donc si alarme basse le respi n'insufflera pas la totalité du Vt et risque d'hypoventilation alvéolaire
 - Rechercher cause d'une surpression aw
 - Patient: encombrement, désadaptation (sédation), auto-PEP, pneumothorax
 - Sonde: malposition, coudure, +/- obstruction
 - Circuit: plicature/écrasement, dysfonction de la valve expiratoire

VVC

Réglages des alarmes (2)

- Alarmes de volume/débit
 - Volume minute expiré bas (V_{me}): peut signifier
 - Défaut d'alimentation en O₂
 - Débranchement
 - Bouteille vide (alarme FiO₂)
 - Sonde d'intubation déplacée (extubation)
 - Ballonnet dégonflé (++)
 - Fuite sur le circuit patient-respirateur (débranchement)
 - Si ouverture de la valve de surpression

VVC

quelques exemples

- Ventilation standard: coma, poumon sain
 - FiO₂ QSP sat >95%, donc FiO₂ environ 30%
 - FR 12 à 15 c/min
 - Vt: 6 à 8 mL/kg
 - PEP ? Probablement 3 à 5 cmH₂O, QSP Ppl < 30 cmH₂O
 - Rapport I/E: 1/2
- Bronchospasme
 - Diminuer le Vt à 6 mL/kg
 - Augmenter temps expiratoire: rapport I/E = 1/4 à 1/5
 - Ou augmenter le Q inspiratoire max
 - Diminuer la FR
 - PEP adaptée pour rester inf à auto-PEP
- ACR: petit volume (6 mL/kg), petite FR (10/min), I/E allongé, PEP=0, trigger désactivé, alarme de Pmax au maximum

Ventilation non invasive (VNI)

Définition et Principe

- Délivrer un support ventilatoire lors d'une IRA sans nécessité d'IOT
- 2 techniques d'assistance ventilatoire:

VS-PEP ou CPAP

Pression identique aux temps
inspiratoire et expiratoire

Pression continue



OAP cardiogénique

VS-AI-PEP

Pression différente aux 2 temps
inspiratoire et expiratoire



Décompensation BPCO / OAP

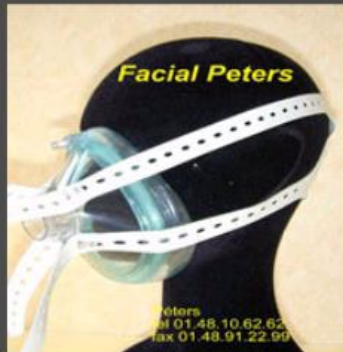
Rüsch-Pilling
masque bucco nasal
05.62.18.79.40



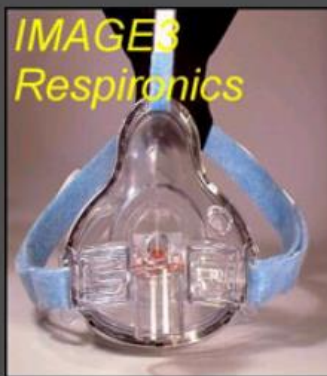
RESMED-Mirage
Full Face Mask



Facial Peters



IMAGES
Respironics



- Reglage des parametres initiaux



Ventilation non invasive (VNI)

Objectifs et indications

- Assurer une ventilation alvéolaire efficace
- Diminuer le travail respiratoire des patients
- Améliorer rapidement la gazométrie
- Eviter/retarder l'IOT et éviter les complications secondaires
- Ralentir l'évolution de l'IRA
- Améliorer le confort des patients
- Eviter une évolution fatale en cas de refus de l'IOT

Ventilation non invasive (VNI)

Effets physiologiques de la VNI

- Effets hémodynamiques
 - Diminution pré et post charge
 - Augmentation Qc et FEVG
 - Diminution de tachycardie
- Effets respiratoires
 - Amélioration des GDS
 - Diminution du shunt
 - Diminution du travail ventilatoire

Ventilation non invasive (VNI)

Contre-indications

Tableau 1 – Contre-indications absolues de la VNI

-
- environnement inadapté, expertise insuffisante de l'équipe
 - patient non coopérant, agité, opposant à la technique
 - intubation imminente (sauf VNI en pré-oxygénation)
 - coma (sauf coma hypercapnique de l'insuffisance respiratoire chronique [IRC])
 - épuisement respiratoire
 - état de choc, troubles du rythme ventriculaire graves
 - sepsis sévère
 - immédiatement après un arrêt cardio-respiratoire
 - pneumothorax non drainé, plaie thoracique soufflante
 - obstruction des voies aériennes supérieures (sauf apnées du sommeil, laryngo-trachéomalacie)
 - vomissements incoercibles
 - hémorragie digestive haute
 - traumatisme crânio-facial grave
 - tétraplégie traumatique aiguë à la phase initiale
-

VS-AI-PEP

- Nécessite un respirateur
- Réglages des paramètres initiaux:
 - Réglages « doux » au départ
 - AI: 6 à 8 cm H₂O
 - PEP: 3 à 4 cmH₂O
 - Trigger bas: 0,5 L/min
 - FiO₂: QSP objectif de Sat
 - Augmenter progressivement par paliers en fonction indication
 - AI: paliers de 2 cmH₂O en fonction tolérance, jusqu'à 20 cmH₂O au max
 - PEP: si OAP: possibilité d'augmenter jusqu'à 10 cmH₂O

CPAP ou VS-PEP

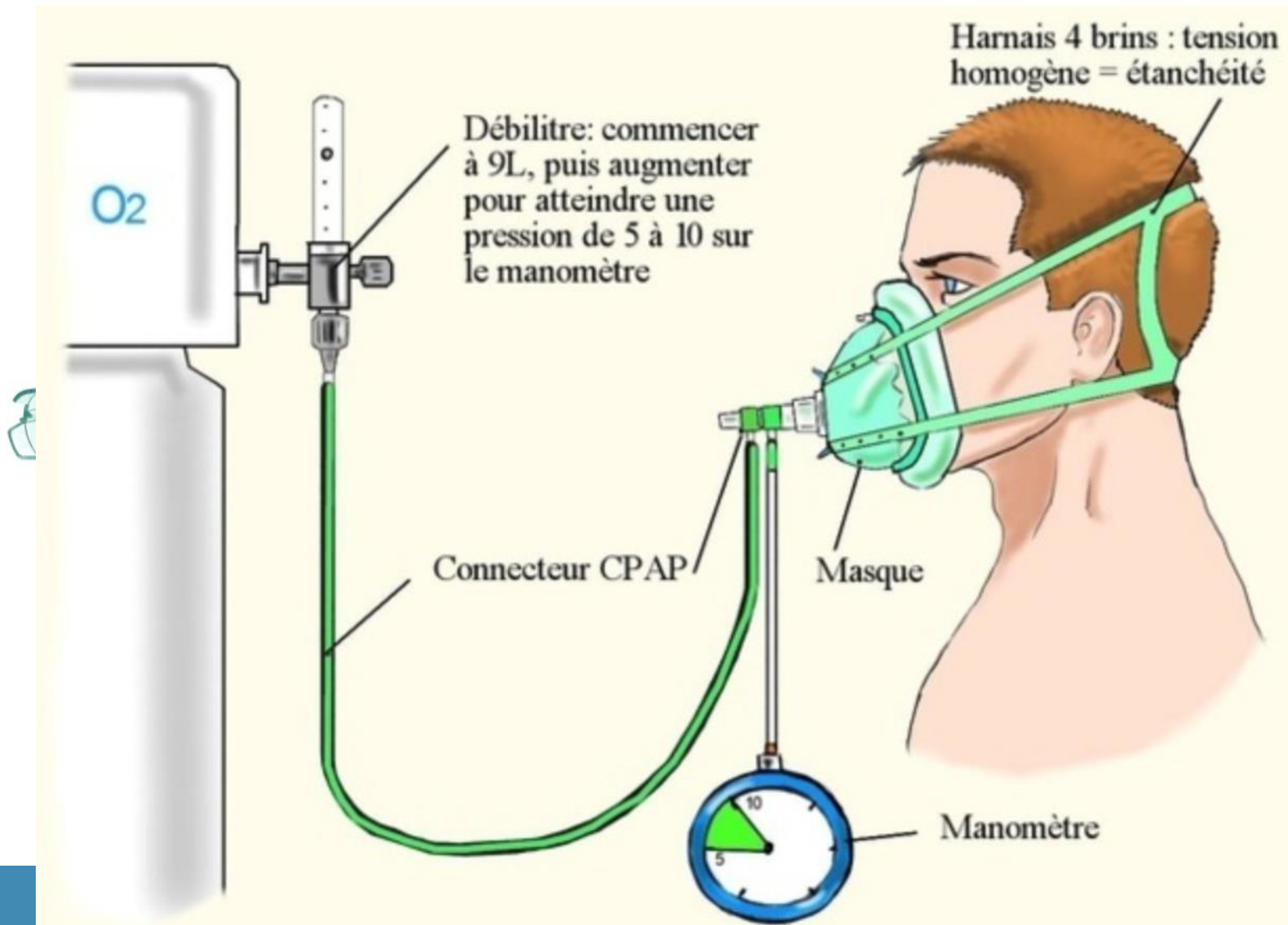
- Peut être réglée sur certains respirateurs
- Ou utilisation valve de Boussignac
- Indication unique dans l'OAP cardiogénique
 - Effet quasi immédiat

2 - OAP CARDIOGÉNIQUE :

- ▶ La VNI ne se conçoit qu'en association au traitement médical optimal (G1+) et ne doit pas retarder la prise en charge spécifique d'un syndrome coronarien aigu (G2+).
- ▶ Elle doit être instaurée sur le mode VS-PEP ou VS-AI-PEP (G1+) :
 - en cas de signes cliniques de détresse respiratoire, sans attendre le résultat des gaz du sang (G2+).
 - en cas d'hypercapnie avec $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ (G1+).
 - en cas de non-réponse au traitement médical.

CPAP de Boussignac





CPAP de Boussignac

engine.

detector which sends them back to the central zone (mixing zone)

The collision of the molecules generates a turbulence which transforms the speed into pressure

Ventilation non invasive (VNI)

Suivi et monitoring

- Patient ½ assis, confortablement installé
- Tête en légère extension
- Monitoring : FR, SpO₂, PA, FC
- Contrôles gazométriques réguliers
- Vigilance / comportement
- Critères de mauvaise tolérance

Ventilation non invasive (VNI)

Effets indésirables et complications

- Erythème, ulcération cutanée ou allergie
- Réinhalation du CO₂ expiré
- Nécrose des narines ou de la columelle, sécheresse des VAS
- Distension gastro-intestinale
- Otagies, douleurs naso-sinusiennes distension pulmonaire
- Pneumothorax

Ventilation non invasive (VNI)

Critères d'efficacité et d'échec Poursuite ou arrêt VNI

- Amélioration soutenue du patient en dehors d'une séquence de VNI, avec régression des signes cliniques d'IRA (plus rapide dans l'OAP),
- Oxygénation efficace, correction de l'acidose.
- Survenue d'une contre-indication/d'intolérance d'inefficacité nécessitant une intubation



Merci de votre attention

Références bibliographiques

- 3^{ème} Conférence de consensus commune : Ventilation non invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aigue. Octobre 2006.
- Prise en charge des urgences médico-chirurgicales : Ventilation non Invasive : P. Ray; Y. Lefort. Arnette
- Prise en charge des urgences médico-chirurgicales : Ventilation mécanique en médecine d'urgence : N. Salvi ; P. Delpech ; P. Incagnoli. Arnette