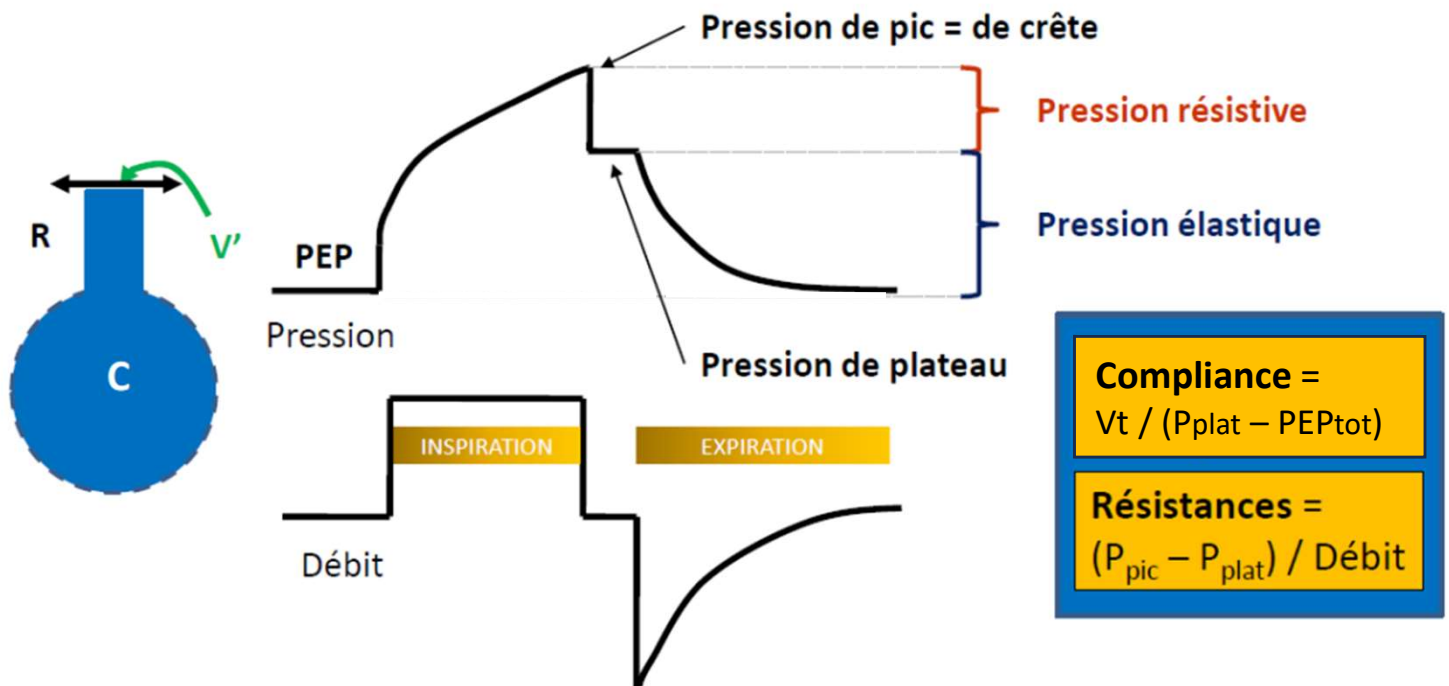


Principe: La ventilation mécanique se fait selon différentes modalités:

- Invasive (sous-glottique) ou non invasive
- Mode en volume (débit constant) ou en pression (pression constante)
- Contrôlée (cycle imposé) ou assistée (déclenchement patient possible)



Courbes de pression et de débit en ventilation invasive contrôlée en volume:

P_{pic} = pression de crête, P_{plat} = pression de plateau, PEP = pression expiratoire positive, PEP_{tot} = PEP totale, V_t = volume courant, R = résistance, C = compliance

Principales variables

Résistance = (Pression de crête – pression de plateau) / débit

Driving pressure = Pression de plateau – PEP totale

Compliance = Volume courant / Driving pressure

Elastance = 1 / Compliance

Pression résistive = Résistance x débit (= $P_{crête} - P_{plat}$)

Pression élastique = Elastance x volume

Pression des voies aériennes (P_{va}): équation du mouvement

La pression des voies aériennes est à tout instant égale à:

P_{va} = Pression de départ + P. résistive + P. élastique

$P_{va} = PEP + \text{Résistance} \times \text{débit} + \text{Elastance} \times V_t$

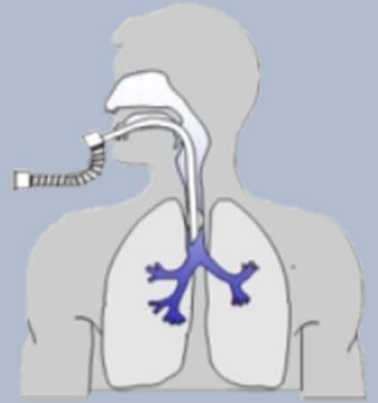
Ventilation invasive

Principaux modes

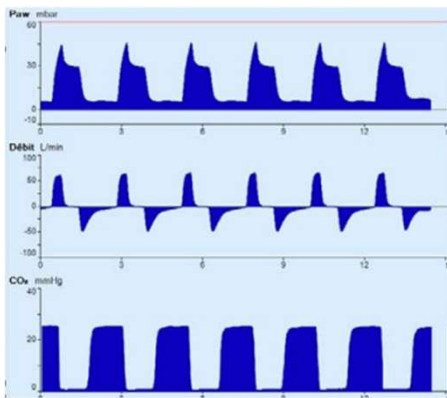
24

Définition: Ventilation administrée au moyen d'une sonde d'intubation ou de trachéotomie, selon deux principes possibles:

- **En volume:** Administration d'un volume courant, monitoring de la pression résultante.
- **En pression:** Administration d'une pression inspiratoire, monitoring du volume résultant.



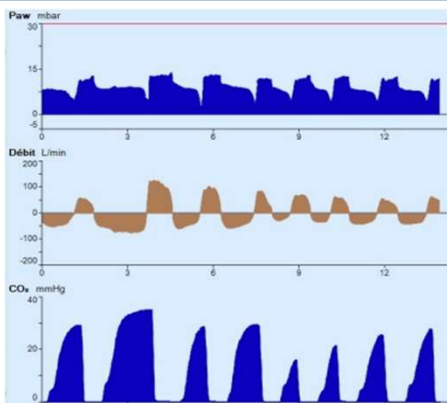
VC-VAC (Ventilation Assistée Contrôlée)



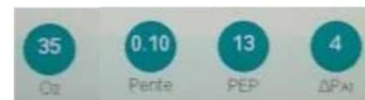
Principe: Mode en volume, réglage du volume à administrer et monitoring de la pression.
Indication: Absence de VS (sédatations ou non)
Inspiration: Débit constant. Pression croissante
Réglage: Vt, FR, FiO₂, PEP, débit & temps inspi.



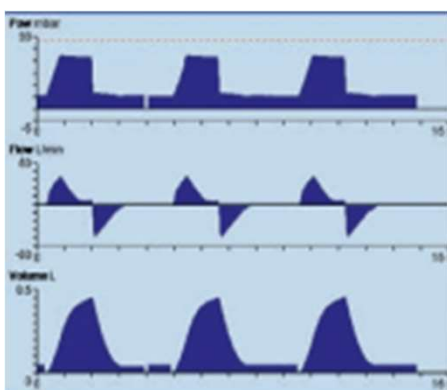
VS-AI (Ventilation spontanée à aide inspiratoire)



Principe: Mode en pression, aide inspiratoire déclenchée par le patient, monitoring du volume
Indication: VS présente et FR suffisante
Inspiration: Pression constante, débit croissant
Réglage: PEP, Δ PAI, FiO₂, Pente, Triggers insp/exp.



PC-BIPAP (Biphasic Intermittent Positive Airway Pressure)



Principe: Association de cycles en pression contrôlée (Pinsp) et aide inspiratoire (Δ PAI)
Indication: Echec de VSAI et VAC mal tolérée
Inspiration: Pression constante, débit croissant
Réglage: PEP, Pinsp, Δ PAI, FR, FiO₂, Pente, T.insp



Définition: Il s'agit d'une mesure non invasive et continue de la concentration de CO₂ dans le gaz expiré. Le capteur infrarouge est positionné à extrémité de la sonde d'intubation (entre circuit et filtre).

Indications: Systématique en cas de ventilation mécanique invasive.

Intérêts: Les applications sont multiples:

- Confirme la bonne position de la sonde d'IOT
- Permet une estimation de la PaCO₂
- Reflet de la perfusion pulmonaire et du débit cardiaque
- Oriente vers l'étiologie d'une détresse respiratoire ou hypoxémie

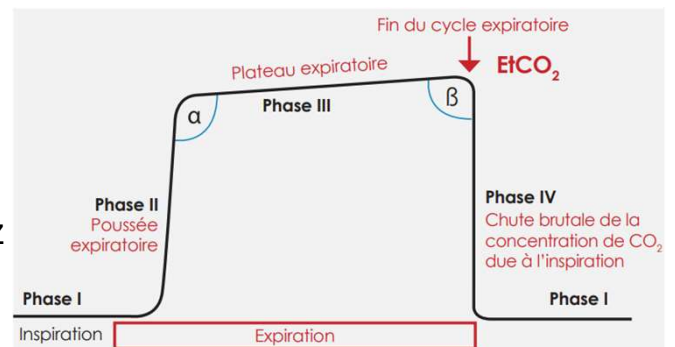
Courbe de capnographie

Phase 1: Fin de l'inspiration et début de l'expiration (expiration de l'espace mort)

Phase 2: Mélange gazeux entre espace mort (ØCO₂) et gaz alvéolaires (riches en CO₂)

Phase 3: Phase de plateau, expiration des gaz alvéolaires riches en CO₂ (EtCO₂ = fin expi.)

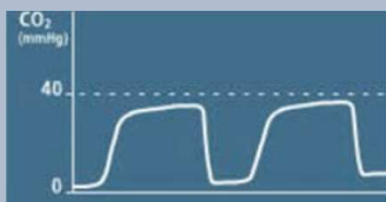
Phase 4: Début de l'inspiration (Ø CO₂)



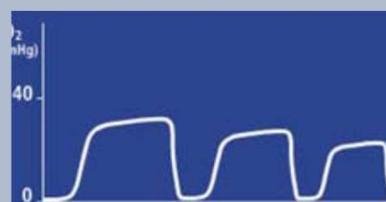
Calcul de l'espace mort physiologique

Définition: Zones ventilées mais non perfusées. Il correspond à la somme de l'espace mort anatomique et alvéolaire.

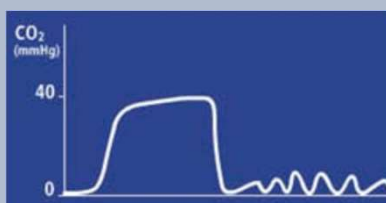
Formule: **Espace mort physiologique (VD) = (PaCO₂-EtCO₂) x Vt / PaCO₂**



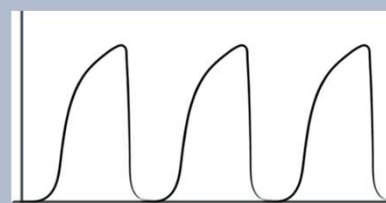
Capnogramme normal



Diminution de perf. pulmonaire: HypoTA, ACR, EP



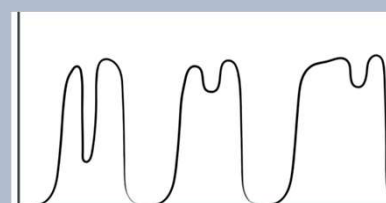
Extubation
Déconnection
Dysfonction respi.
Obstruction sonde



Bronchospasme
Bouchon de sonde



Sécrétions
Fuites du circuit



Désadaptation du patient, efforts inspiratoires

Ventilation non invasive

Généralités

26

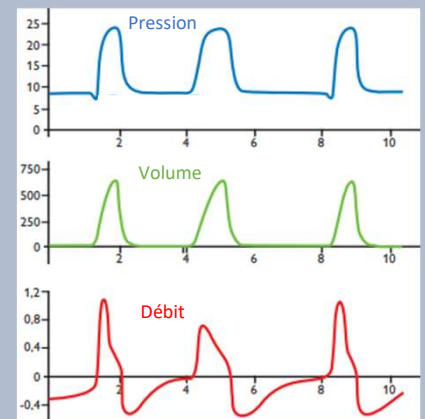
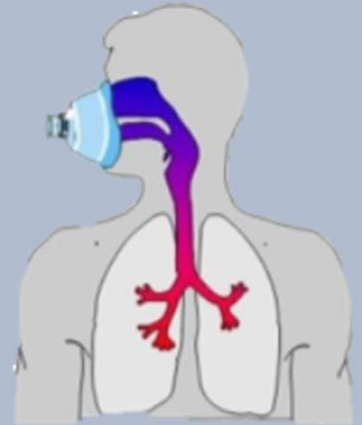
Principe: Administration de la ventilation mécanique au moyen d'un masque facial hermétique.

Modes ventilatoires:

- **CPAP:** Maintient d'une pression positive pendant tout le cycle respiratoire.
- **VSAI:** Association d'une PEP et d'une aide inspiratoire (Δ PAI)

Modalités d'initiation:

- Interface adaptée, position demi-assise +45°
- Débuter en FiO₂ 100% en cas d'hypoxémie
- PEP initiale : 4-6 cmH₂O
- Δ PAI initiale: 6-8 cmH₂O
- Trigger inspiratoire minimal (en l'absence de double déclenchement)



Indications

Indications de la VNI curative:

- **Œdème aigu pulmonaire (OAP)**
- **Exacerbation hypercapnique de BPCO** avec pH < 7,35

Indications de la VNI prophylactique:

- Post-opératoire de chirurgie à risque (cardiaque, digestive lourde...)
- Post-extubation chez les patients à haut risque de ré-intubation

Contre-indications

- Patient non coopérant, agité, ou opposant à la technique
- Trouble de la conscience (sauf coma hypercapnique du BPCO)
- Epuisement respiratoire, hypoxémie sévère
- Risque d'inhalation: vomissements, hémorragie digestive haute.
- Trauma. facial grave, pneumothorax non drainé, plaie tho. soufflante.
- Obstruction des voies aériennes hautes (sauf laryngomalacie et SAOS)
- Instabilité Hd: Arrêt cardiorespiratoire récupéré, choc septique...

Oxygène nasal haut débit

Généralités

27

Principe: Administration d'oxygène réchauffé et humidifié avec débit max de 50L/min, FiO_2 30-100%, et générant une PEP de 2-5 cmH₂O

Composition:

- Générateur: turbine ou respirateur
- Humidificateur/réchauffeur
- Canules nasales souples

Avantages physiologiques:

- Amélioration du confort par administration O₂ chaud/humidifié
- Elimination du CO₂ par lavage de l'espace mort anatomique
- Effet CPAP jusqu'à 5 cmH₂O



Indications (Recommandations SRLF 2021)

- **Insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique**, en dehors des critères de VNI ou IOT (recommandation forte, niveau de preuve modéré).
- **Post-extubation pour les patients à risque d'échec**, cf sevrage de la VM (recommandation conditionnelle, niveau de preuve modéré).
- **Oxygénation apnéique per-intubation pour les patients déjà sous ONHD** (recommandation conditionnelle, niveau de preuve modéré).
- **Prophylaxie en post-opératoire de chirurgie cardiaque/thoracique chez les patients à risque/obèses**, sans bénéfice pour les autres patients (recommandation conditionnelle, niveau de preuve modéré)

Index ROX

Principe: Indice permettant d'évaluer la gravité des patients traités par OHND pour détresse respiratoire hypoxémique, et d'évaluer le risque d'IOT à court terme.

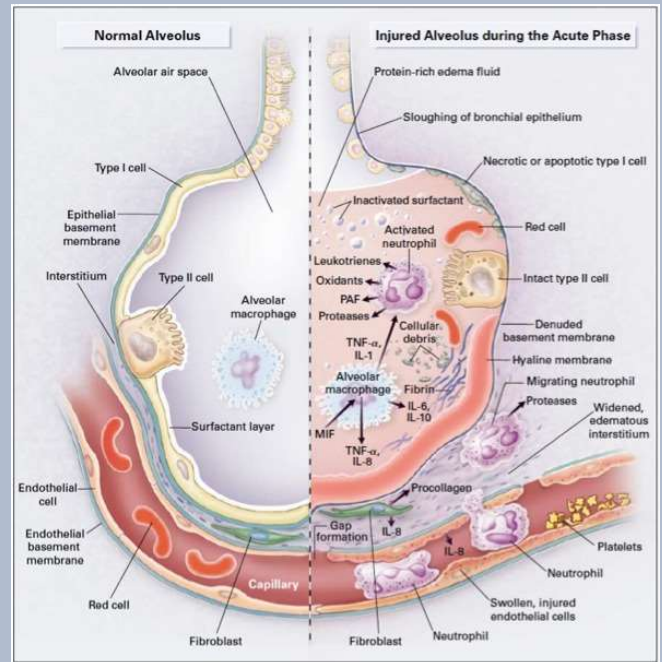
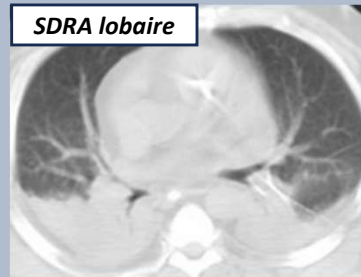
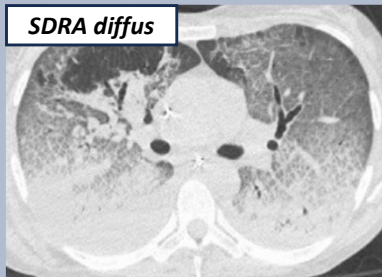
Formule: **Index ROX = SpO_2 (%) / FiO_2 (%) / FR (/min)**

Interprétation:

- ROX \geq 4,88 entre H+12 et H+20 d'ONHD = absence d'IOT (VPP > 80%)
- ROX < 2,85 à H2, < 3,47 à H6 et < 3,85 à H12 = nécessité d'IOT (Spécificité 98-99%)

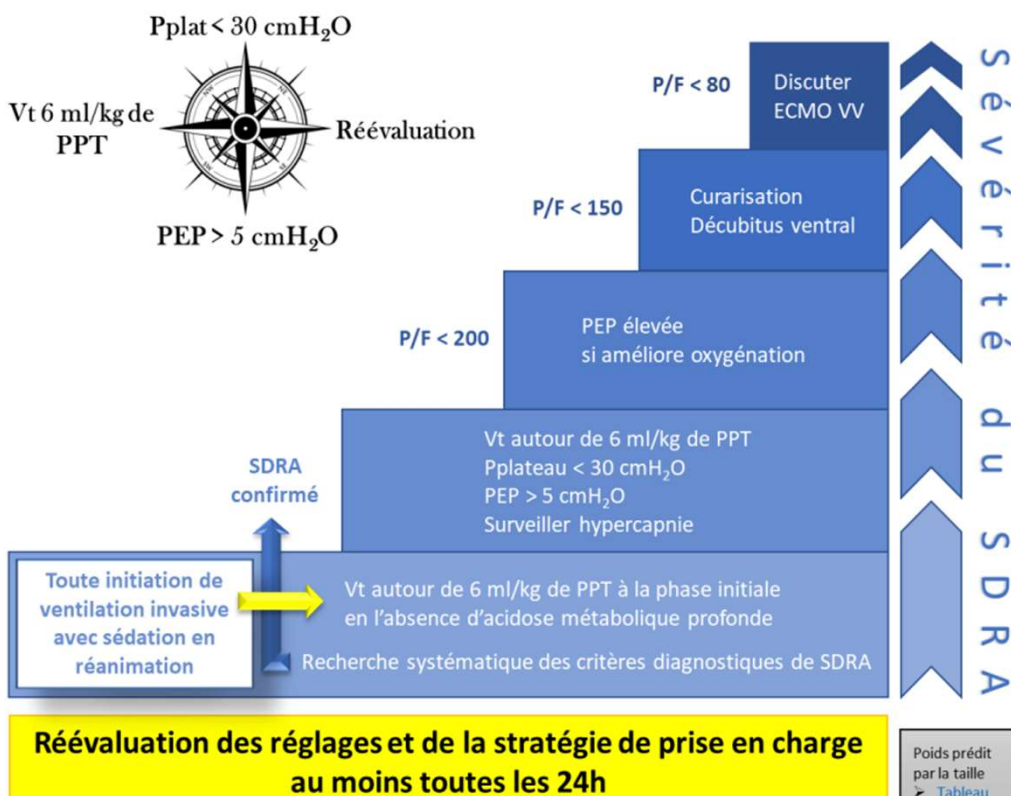
Définition: Images pulmonaires bilatérales aiguës (< 7j), non cardiogéniques. Léger, modéré ou sévère (P/F < 100/200/300mmHg en PEP ≥ 5)

Physiopathologie: Rupture de membrane alvéolo-capillaire responsable d'un œdème alvéolaire riche en protéines, inactivant le surfactant. Il peut être **diffus** ou **lobaire**.



Principes de ventilation & prise en charge (RFE SRLF 2020)

- **Ventilation en VAC, Vt 6mL/kg** (poids idéal théorique), FR selon PaCO₂ (hypercapnie permissive possible après réduction de l'espace mort)
- **Pression de plateau < 30 cmH₂O** (Compliance souvent altérée < 50 mL/cmH₂O, driving pressure élevée > 14 cmH₂O et pression résistive normale < 10 cmH₂O).
- **PEP > 5 cmH₂O**, pas de manœuvres de recrutement systématique
- **FiO₂ minimale** pour objectifs d'oxygénation: SpO₂ 88-92% & PaO₂ 55-80mmHg



<p>ECMO veino-veineuse</p> <ul style="list-style-type: none"> Si hypoxémie réfractaire ou ventilation protectrice non applicable A discuter avec un centre expert
<p>Modalités de la curarisation : IVSE</p> <ul style="list-style-type: none"> Précocement, dans les 48h du diagnostic
<p>Modalités du décubitus ventral (DV) : VIDEO</p> <ul style="list-style-type: none"> séance ≥ 16 heures, plusieurs séances
<p>SDRA modéré ou sévère → Test PEP élevée (> 12 cmH₂O)</p> <p>Utilisation PEP élevée si :</p> <ul style="list-style-type: none"> Amélioration de l'oxygénation Sans dégradation significative de la compliance du système respiratoire et de l'hémodynamique Maintien Pplateau < 30 cmH₂O, monitoring continu
<p>Critères du SDRA</p> <ul style="list-style-type: none"> PaO₂/FiO₂ ≤ 300 mmHg PEP ≥ 5 cmH₂O Opacités bilatérales sur l'imagerie thoracique Non expliquées par défaillance ventriculaire gauche Évolution depuis moins de 7 jours
<p>Traitement possible</p> <ul style="list-style-type: none"> Monoxyde d'azote inhalé (iNO), si hypoxémie persistante en DV avant discussion de l'ECMO VV Ventilation spontanée après la phase aiguë avec Vt généré autour de 6 ml/kg sans dépasser 8 ml/kg
<p>Pas de recommandation possible</p> <ul style="list-style-type: none"> ECCO₂R Pression motrice Ventilation spontanée à la phase aiguë
<p>Probablement ne pas faire</p> <ul style="list-style-type: none"> Manœuvres de recrutement systématiques
<p>Ne pas faire</p> <ul style="list-style-type: none"> HFOV

Poids prédit par la taille
➤ [Tableau](#)

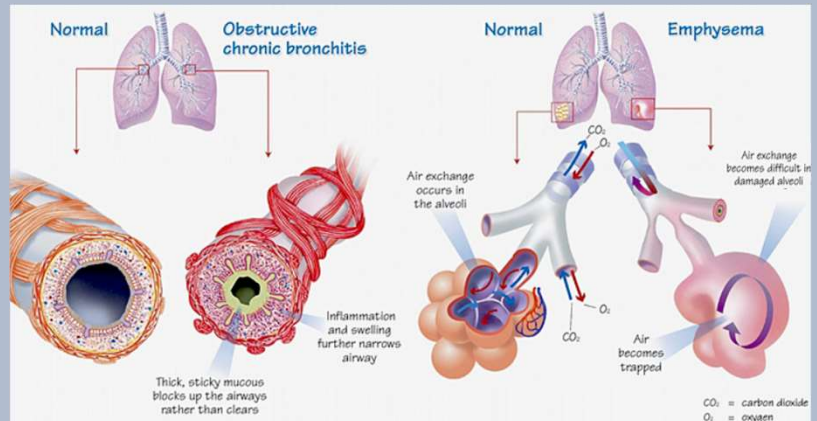
Principes de ventilation

Exacerbation sévère de BPCO

29

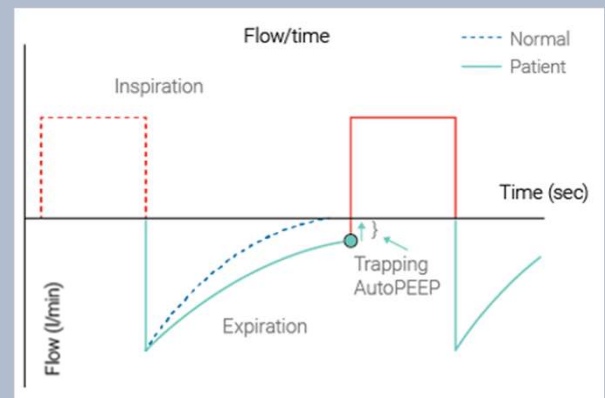
Définition: Exacerbation de BPCO associée à des critères de gravité clinico-biologiques (tirages, polypnée, acidose hypercapnique...)

Physiopathologie: Rétrécissement du calibre bronchique (bronchospasme, sécrétions...), distension alvéolaire et expiration incomplète (hyperinflation).

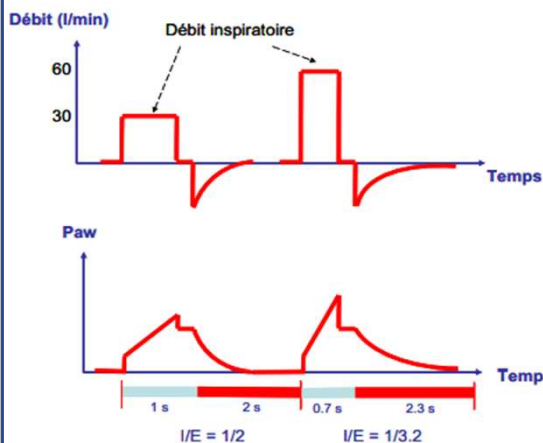


Conséquences ventilatoires:

- **Augmentation des résistances inspiratoires:** augmentation de $P_{crête}$ en VAC, baisse du V_t en VSAI (pour un même niveau de ΔPAI)
- **Expiration incomplète (trapping):** Débit expiratoire sans retour à la ligne de base
- **Auto-PEP:** augmente les résistances avec gêne inspiratoire et trapping à l'expiration



Principes de ventilation en VAC



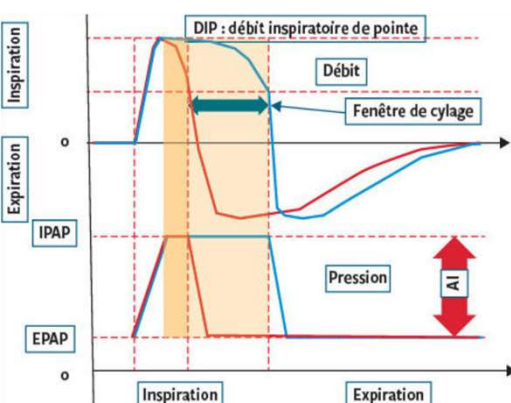
Objectif: Augmentation du volume expiré

- FR: cibler la $PaCO_2$ habituelle du patient
- Rapport I/E à 1/3 ou 1/4
- Débit inspiratoire élevé: 60-70 L/min
- PEP modérée: A titrer (impact imprévisible)

Autres paramètres:

- V_t 6-8 mL/kg
- FiO_2 : Objectif SpO_2 88-92%

Principes de ventilation en VSAI (invasive ou non)



Objectif: Augmentation du volume expiré

- Augmentation du débit inspiratoire: « Pente » minimale et « temps inspiratoire max. » minimal
- Augmentation du cyclage (trigger expi.) de 35 à 45% : diminue la durée inspiratoire
- PEP modérée: A titrer (impact imprévisible)

Autres paramètres: FiO_2 : SpO_2 88-92%

Sevrage de la ventilation mécanique invasive

30

Début du sevrage ventilatoire

Pré-requis	Patient éveillé, réponse aux ordres, ventilation en VSAI
Modalité	Diminution de la PEP < 8 cmH ₂ O et Δ PAI < 14 cmH ₂ O



Epreuve de ventilation spontanée

Pré-requis	FR < 30/min, SpO ₂ > 94% en FiO ₂ < 50% et PEP < 7 cmH ₂ O Toux efficace, tonicité musculaire (lève la tête et les épaules) Stabilité hémodynamique, Noradrénaline < 0,5 mg/h
Modalité	1 – Epreuve en VSAI/PEP0 <u>Indication:</u> En 1 ^{ère} intention <u>Modalité:</u> VSAI sur respi., PEP 0cmH ₂ O, PAI 7 cmH ₂ O, 60min 2 – Epreuve sur pièce en T (ou « T-tube ») <u>Indication:</u> En 2 ^{ème} intention, si OAP suspecté <u>Modalité:</u> VS sur nez/O ₂ , déconnecté du respirateur
Critères d'échec	Détresse respiratoire, SpO ₂ < 90% en FiO ₂ > 50%, FR > 35/min FC > 140/min, PAS > 180 ou < 90 mmHg Sueurs, agitation, troubles de la conscience



EXTUBATION ORO TRACHEALE

Faible risque d'échec

Ventilation mécanique < 48h
+ Age < 65 ans + IMC < 30
+ pas de comorbidité cardio-pulm.

Haut risque d'échec (1 FdR)

Age ≥ 65ans, VM invasive ≥ 7 jours,
cardiopathie sous-jacente, maladie
respiratoire (BPCO), Obésité,
encombrement bronchique, MRC <
48, PaCO₂ > 45 mmHg en fin d'EVS



**VS lunettes en
l'absence
d'hypoxémie**

**ONHD en cas
d'hypoxémie**

**ONHD + VNI prophylactiques
pendant au moins 24h**