



Complications de la ventilation mécanique



Dr Takoua MERHABENE - Dr Fatma ESSAFI
Réa Médicale. HRZ

Fatma.essadi@fmt.utm.tn



Introduction

Impact of mechanical ventilation on the daily costs of ICU care: a systematic review and meta regression

Klaus Kaier¹ , Thomas Heister¹, Edith Motschall¹, Philip Hehn¹, Tobias Bluhmki², Martin Wolkewitz¹  and on behalf of COMBACTE-MAGNET Consortium

¹Institute of Medical Biometry and Statistics, Faculty of Medicine and Medical Center – University of Freiburg, Freiburg, Germany and ²Institute of Statistics, Ulm University, Ulm, Germany

- En dépit de ses aspects bénéfiques, la ventilation mécanique expose les patients à des complications inhérentes à son Utilisation
- Mortalité chez les patient nécessitant une VM > 10 jours est de 50 à 60% avec un coût $\approx 10 \times$ coût Sepsis
- Incidence (USA): 2-11,7/1000 JVM

Introduction

Reconnaissance rapide et intervention

Prevenu



Délais d'installation

Évitable



Contents Title
You can simply
impress your
audience.



Sévérité

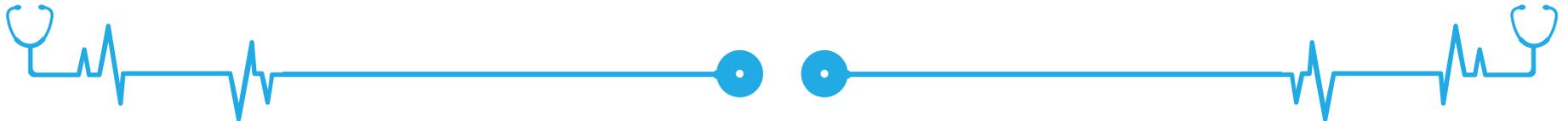
Infectieuse/non infectieuse



Localisation



Type



Données épidémiologiques

Incidence des complications de la ventilation mécanique		
n ± 126		
Complications	Incidence	Nombre
Alcalose respiratoire	0,42	53
Atélectasies	0,22	28
Pneumopathies	0,20	25
Sinusites	0,14	18
Intubation sélective	0,13	16
Acidose respiratoire	0,10	13
Barotraumatisme	0,09	11
pneumothorax	0,06	8
pneumomédiastin	0,01	1
pneumopéritoine	0,00	0
fistule bronchopleurale	0,00	0
emphysème sous-cutané	0,05	6
Auto-extubation	0,08	10
Sonde bouchée	0,05	6
Ballonnet crevé	0,05	6
Colectasie	0,04	5
Panne de respirateur	0,03	4

ÉTUDE PROSPECTIVE DES COMPLICATIONS DE LA VENTILATION MÉCANIQUE OBSERVÉES CHEZ 126 PATIENTS

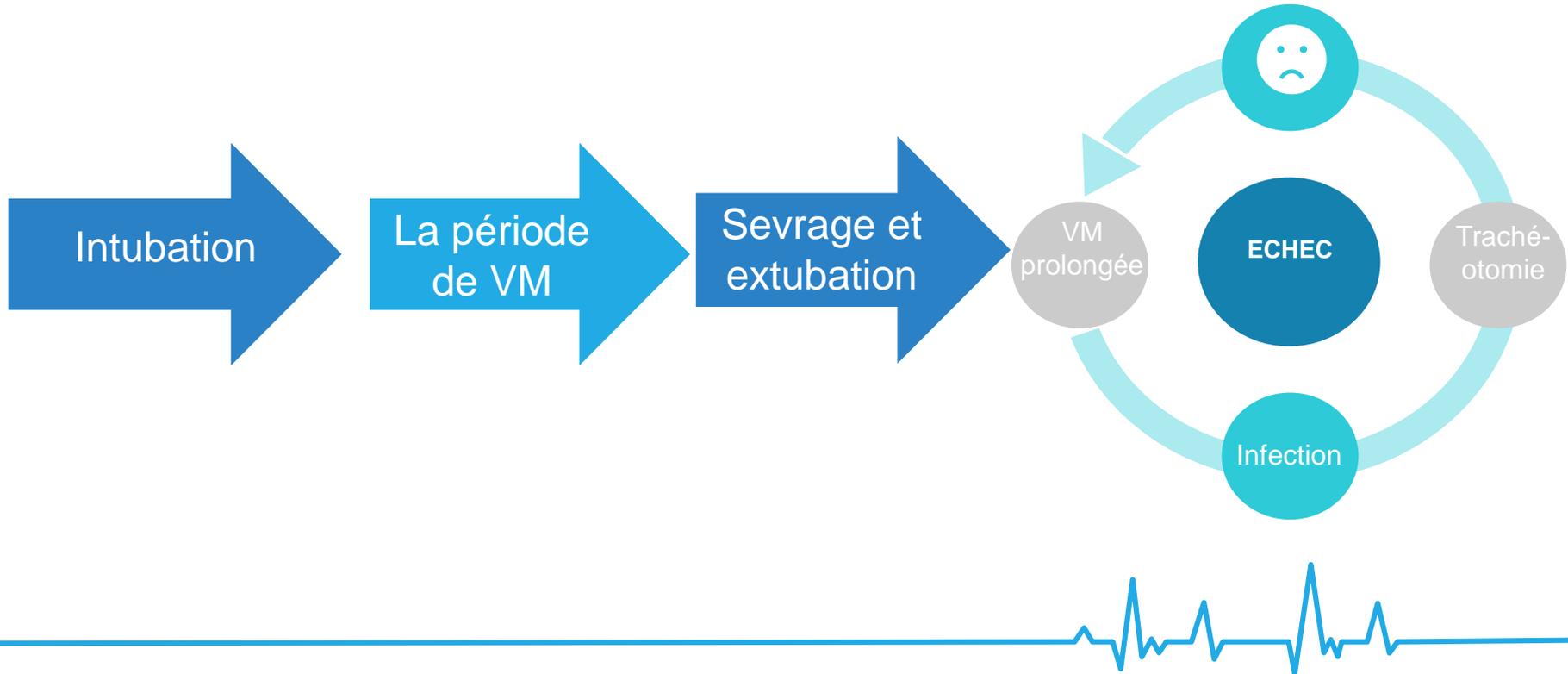
J.Y. PETIT*, P. GAUSSORGUES**, F. SALORD**, M. SIRODOT**, B. LANGEVIN**, D. ROBERT**

Observational Study > [JAMA. 2021 Mar 23;325\(12\):1164-1172. doi: 10.1001/jama.2021.1727.](https://doi.org/10.1001/jama.2021.1727)

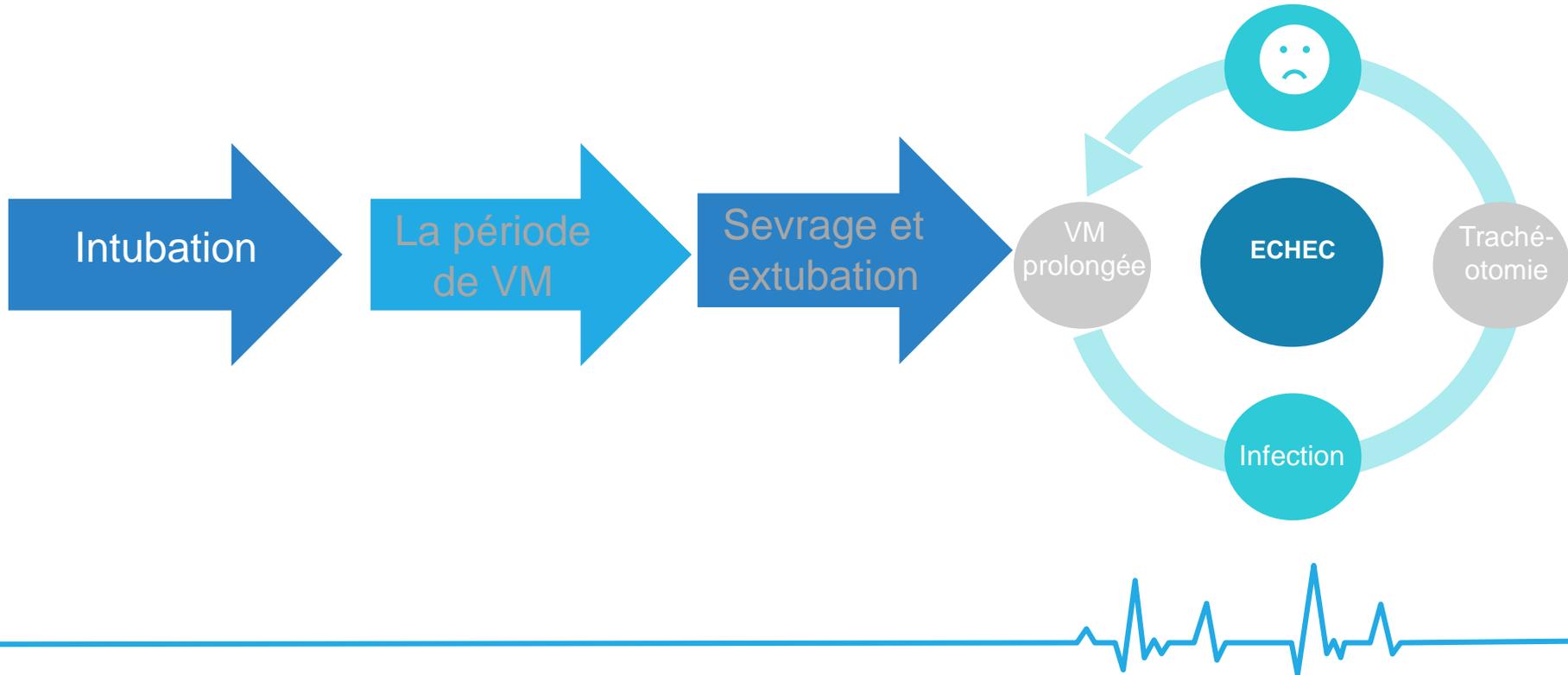
Intubation Practices and Adverse Peri-intubation Events in Critically Ill Patients From 29 Countries



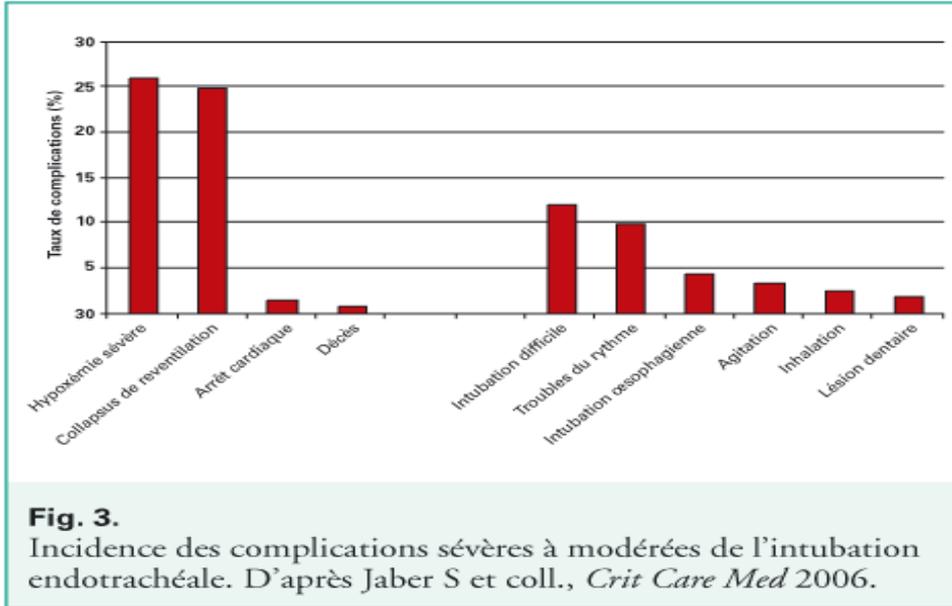
Le temps: une notion primordiale



Le temps: une notion primordiale



Intubation



Observational Study > [JAMA](https://doi.org/10.1001/jama.2021.1727). 2021 Mar 23;325(12):1164-1172. doi: 10.1001/jama.2021.1727.

Intubation Practices and Adverse Peri-intubation Events in Critically Ill Patients From 29 Countries

- Procédure à haut risque
- Complications immédiates
- Vitales sévères

- 300 patients/129 centres/ 29 pays
- Complications de l'intubation: 45%



Intubation

1- Pneumopathie d'inhalation

- Inhalation de liquide gastrique acide stérile :
pneumonie chimique = syndrome de Mendelson
« ***aspiration pneumonitis*** »
- Inhalation des sécrétions oropharyngées colonisées ou infectées
par des bactéries
« ***aspiration pneumonia*** »+++

La distinction entre les deux entités est parfois difficile et des formes mixtes sont possibles



Intubation

1- Pneumopathie d'inhalation

Tableau 2 Facteurs de risque d'inhalation lors de l'induction de l'anesthésie.

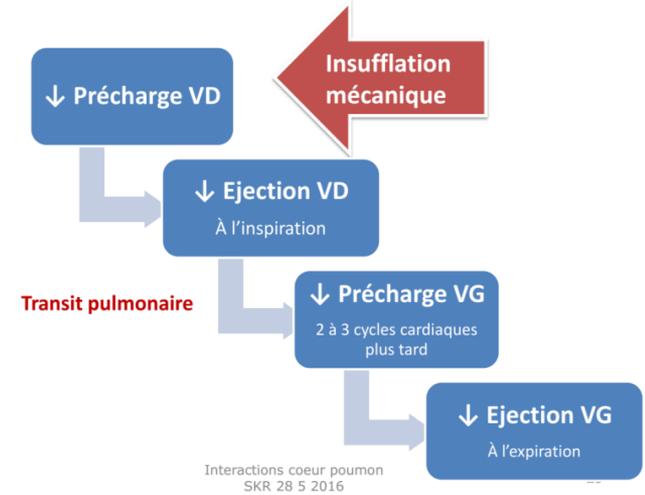
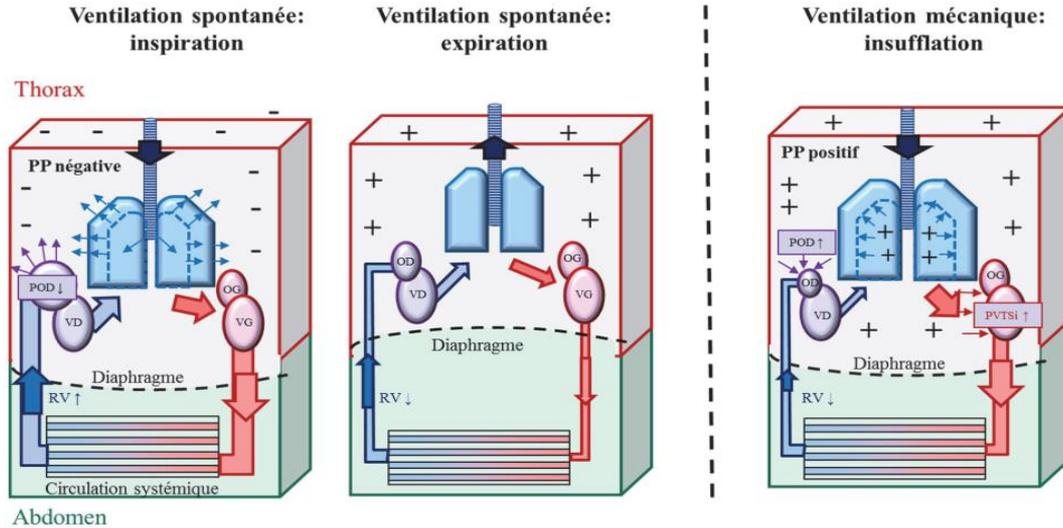
Chirurgie urgente
Classe ASA3-4
Grossesse à partir de 14 semaines d'aménorrhée
Anesthésie trop légère
Pathologie abdominale aiguë ou chronique
Obésité
Administration de morphiniques
Déficit neurologique (troubles de conscience ou sédation)
Position de Trendenbourg
Intubation difficile (ventilation au masque prolongée)
Reflux gastro-œsophagien
Hernie hiatale

Tableau 3 Les pneumopathies d'inhalation : différences selon la nature du liquide inhalé.

Type de liquide inhalé	Liquide gastrique acide	Sécrétions oropharyngées infectées
Mécanisme d'atteinte pulmonaire	Lésions pulmonaires aiguës toxiques	Inflammation pulmonaire aiguë en réponse à l'inoculation bactérienne
Microbiologie	Stérile au départ Possibilité de surinfection secondaire	Cocci Gram positif Bacilles Gram négatif Anaérobies
Facteurs de risque	Altération marquée de la conscience	Dysphagie, troubles de la motilité gastrique
Âge	Pas d'influence de l'âge	Sujets âgés le plus souvent
Clinique	Inhalation souvent constatée par un témoin Tous les intermédiaires entre : asymptomatique, toux, bronchospasme, expectoration sanglante, détresse respiratoire aiguë dans les deux à cinq heures suivant l'inhalation	Inhalation rarement constatée Polypnée, toux, signes de pneumopathie infectieuse

Intubation

2- Collapsus de Reventilation



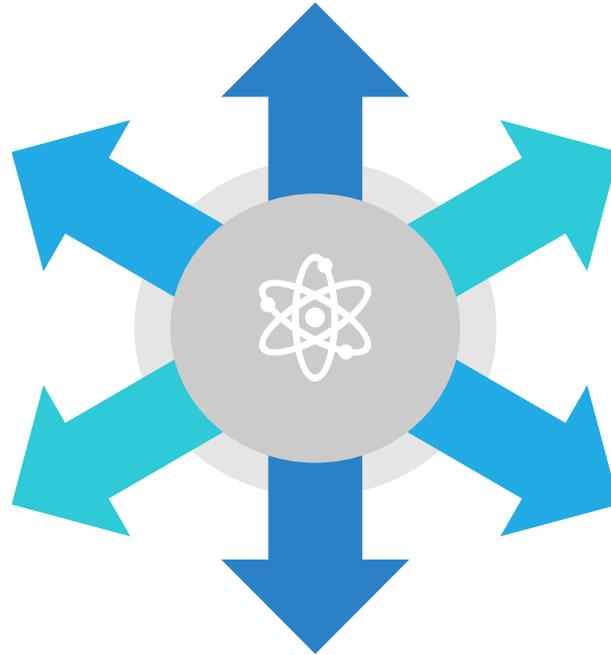
Intubation



Connaitre la situation clinique

Laryngoscope/ Lames

Capnographie



Optimisation de la pré-
oxygénation

Optimisation de l'état
hémodynamique

Produits anesthésiques

Intubation

Tableau 1 Procédures de sécurisation de l'intubation en réanimation.

Préintubation

1. Remplissage systématique hors contre-indications (≥ 500 ml de cristalloïdes ou 250 ml de colloïdes)
2. Si collapsus marqué, introduction précoce des amines (++) si pression artérielle diastolique < 35 mmHg)
3. Préoxygénation en VNI si patient hypoxémique ($FiO_2 = 1$, aide inspiratoire $5 < AI < 15$ cmH₂O ; PEP = 5 cmH₂O)
4. Présence systématique de deux opérateurs
5. Préparation de la sédation et introduction immédiate après intubation

Perintubation

6. Utilisation d'une lame métallique pour la laryngoscopie

7. Induction à séquence rapide (ISR) hors contre-indications

Hypnotique d'action rapide : Etomidate ou Kétamine

Etomidate : 0,3 à 0,5 mg/kg IVD (20 mg/20 cm³)

Ou Kétamine : 1,5 à 2 mg/kg IVD (250 mg/10cm³ soit 25 mg/cm³)

Curare de l'ISR : Suxaméthonium 1 mg/kg IVD (1 amp = 100 mg dans 10 ml)

(hors contre-indications : hyperkaliémie, lésion médullaire ou du motoneurone $> 48^e$ h, allergie connue, brûlure grave $> 48^e$ h)

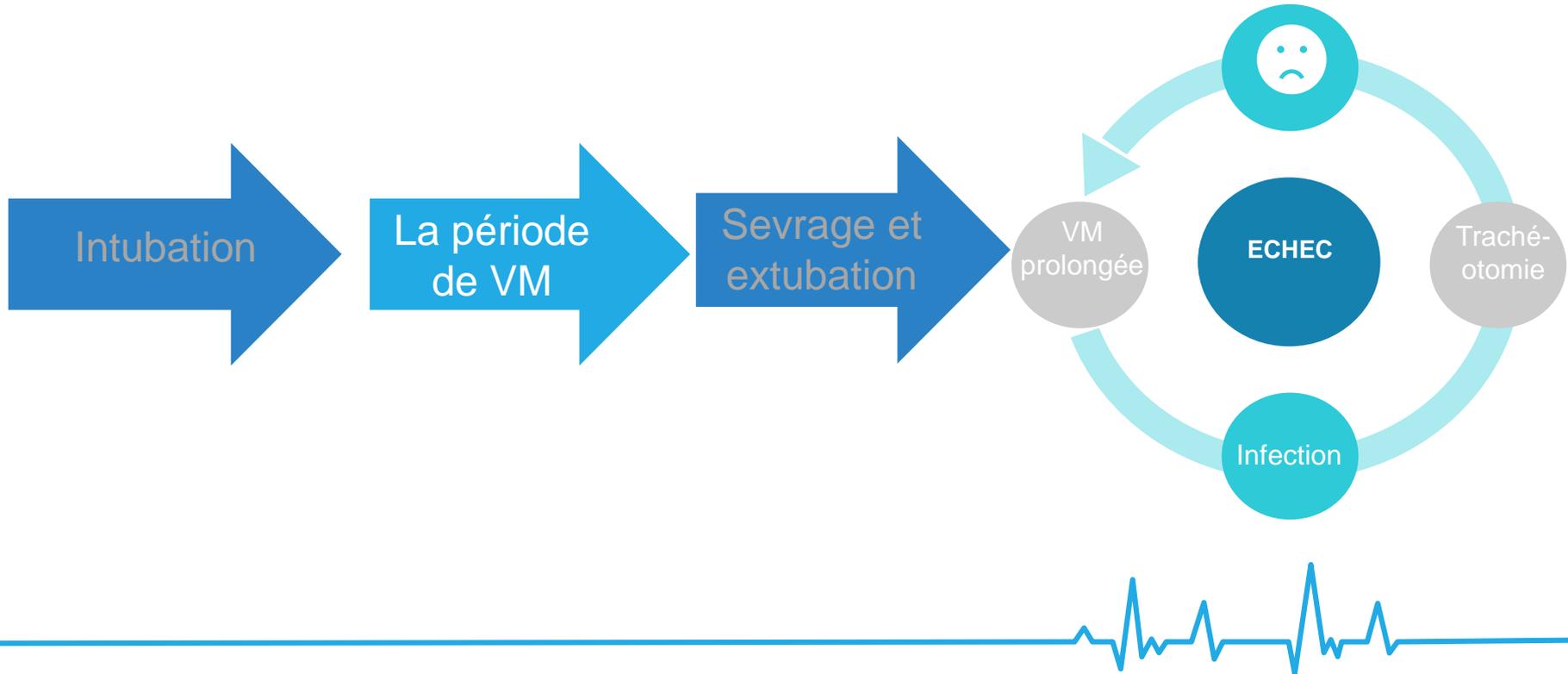
8. Manœuvre de Sellick (pression du cartilage cricoïde)

Postintubation

9. Contrôle de la bonne position de la sonde par capnographe (EtCO₂)
10. Si indication d'une sédation : mise en route immédiate
11. Mise en route précoce des amines vasopressives si collapsus marqué
12. Ventilation initiale « protectrice » : Vt 6–8 ml/kg de PIT, 10 $<$ Fr $<$ 15 c/min, FiO_2 pour $SaO_2 = 95–98\%$, $P_{plat} \leq 30$ cmH₂O, PEP $<$ 5 cmH₂O (à réadapter à distance).

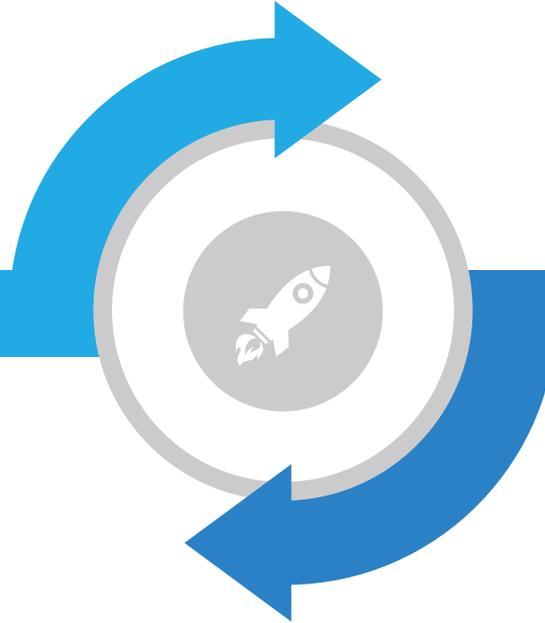


Le temps: une notion primordiale



La période de VM

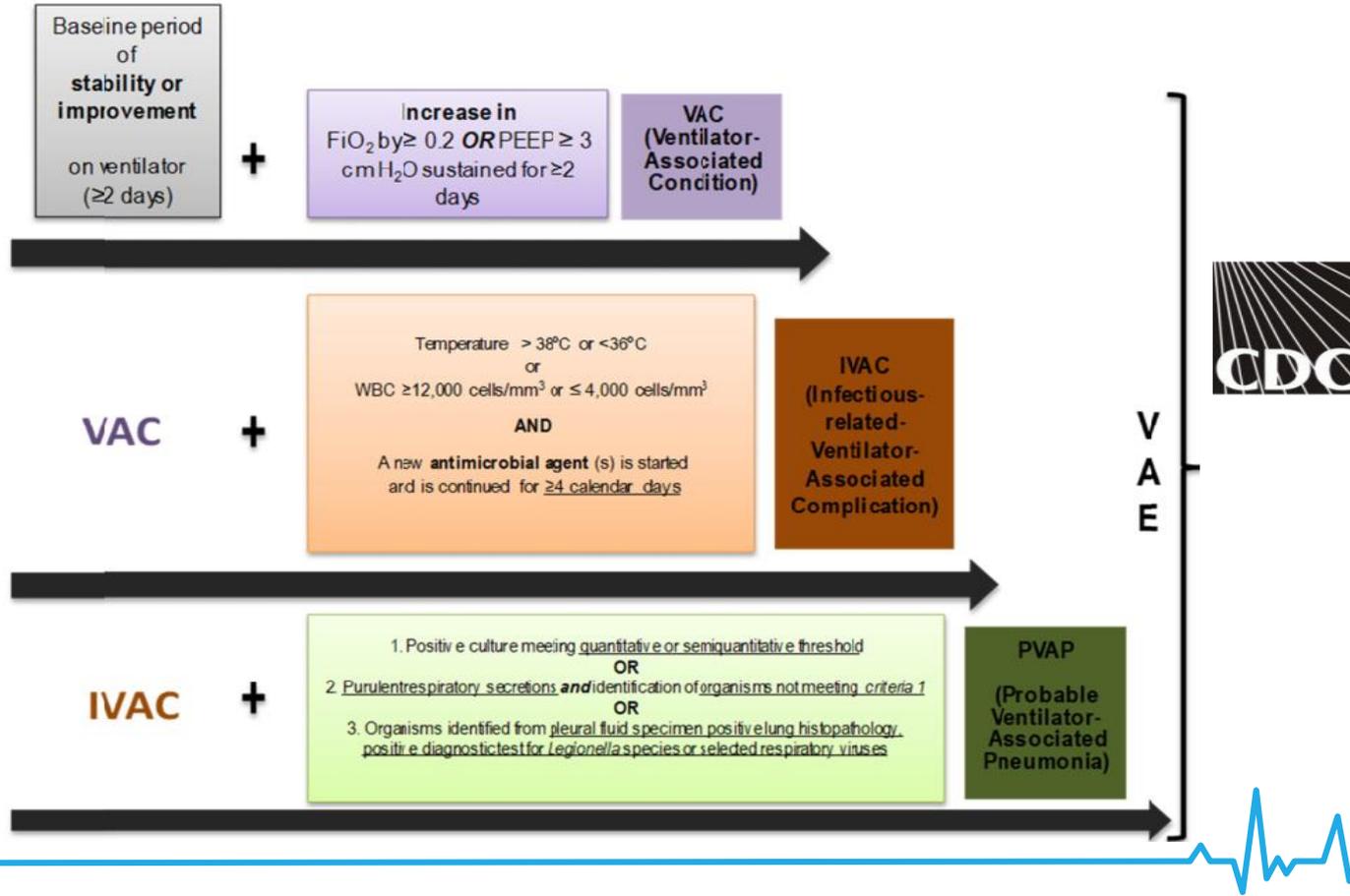
Complications
infectieuses



Complications
non infectieuses



Définition



Définition

Ventilator-Associated Events: What They Are and What They Are Not

Michael Klompas

VENTILATOR-ASSOCIATED EVENTS

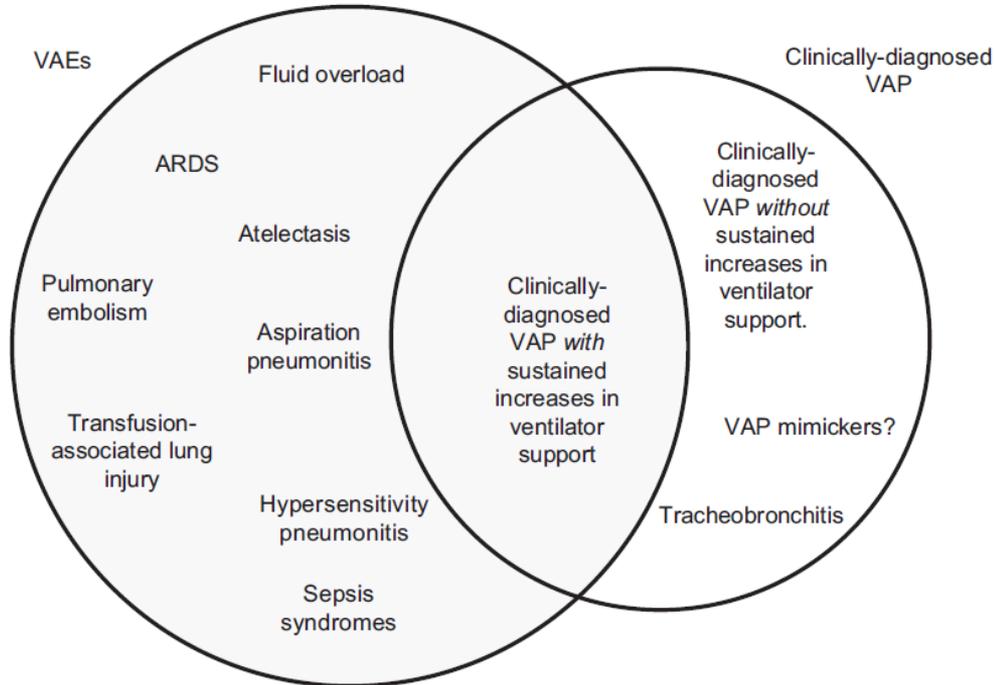
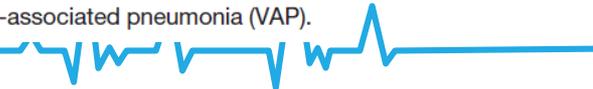
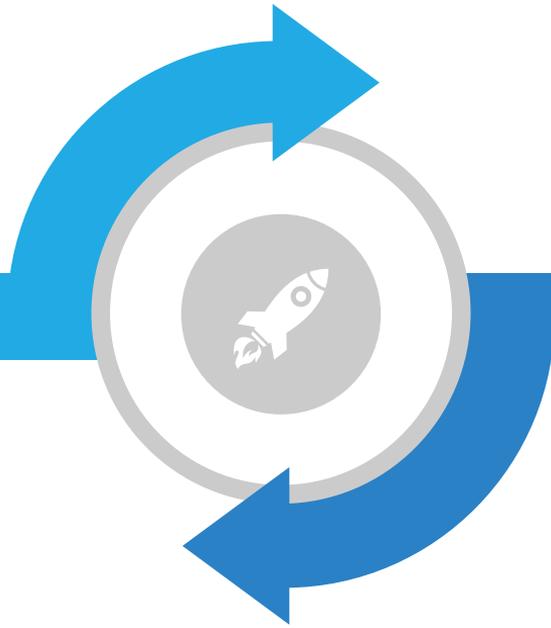


Fig. 1. Etiologies of ventilator-associated events (VAEs) and concordance with clinically diagnosed ventilator-associated pneumonia (VAP).



La période de VM

Complications
infectieuses



Complications
non infectieuses





3 Types

1 Pneumopathie associée aux soins

2 Trachéobronchite associée au ventilateur

3 Sinusite

Pneumonies associées aux soins

Limiting ventilator-associated complications in ICU intubated subjects: strategies to prevent Ventilator-associated events and improve outcomes.

Yolanda Peña-López,



Ventilator associated respiratory infections (VARI) including both ventilator-associated pneumonia (VAP) and ventilator associated tracheobronchitis (VAT) occur in approximately 10-30% of all MV patients with an incidence of 1-30 /1000 ventilator days in western countries [29–33].



Pneumonies associées aux soins

infection la plus fréquente en réanimation
comprend 2 entités différentes

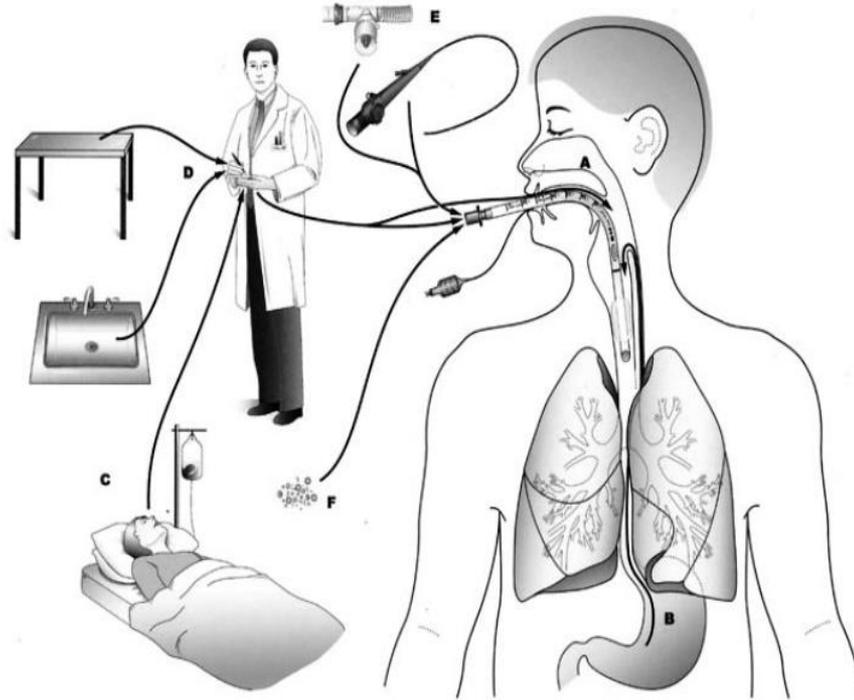
Pneumonie associée à la VM

- Après 48 h de VM
- ni présente ni en incubation au début de la mise en VM
- précoce ≠ tardive

Pneumonie acquise à l'hôpital

- Après 48 h d'hospitalisation
- ni présente ni en incubation au début de l'hospitalisation

Physiopathologie



The pathogenesis of ventilator-associated pneumonia: its relevance to developing effective strategies for prevention
Respir Care. 2005; 50:725-39.

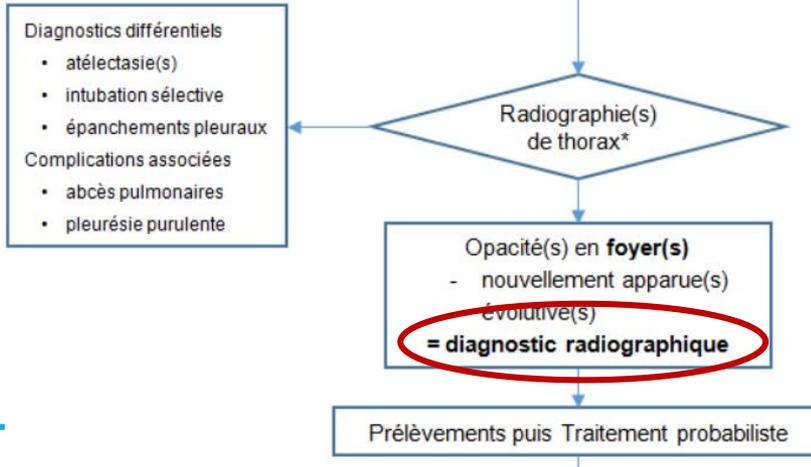


Procédure diagnostique

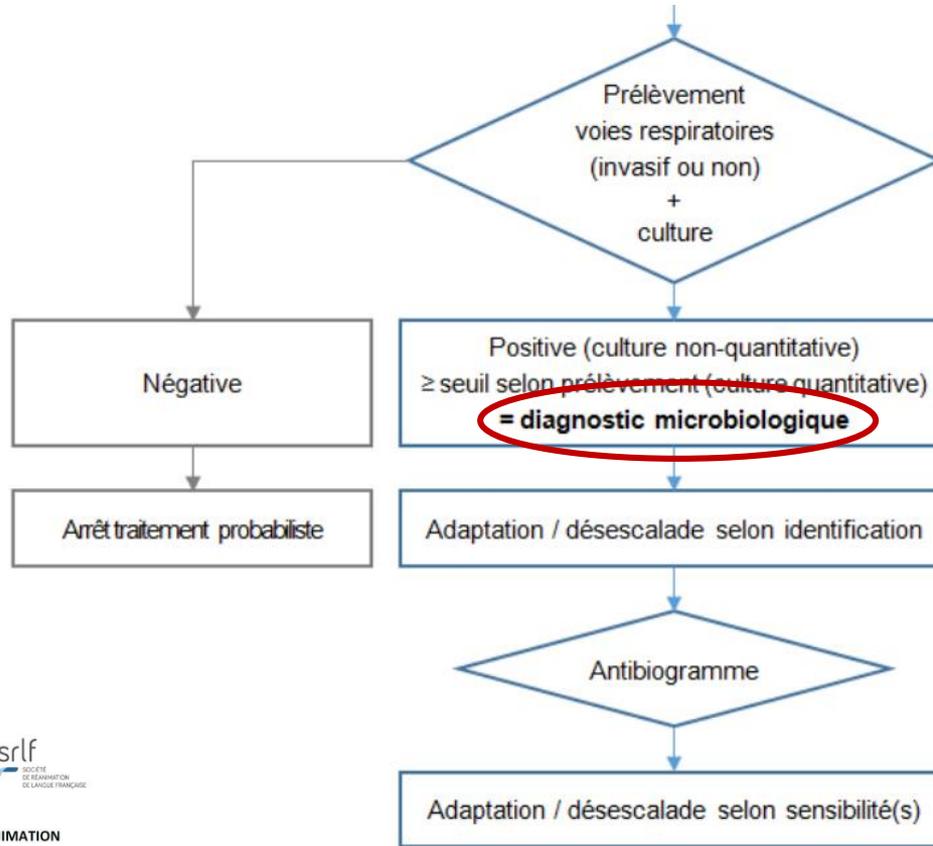
≥ 48h
de l'admission en milieu de soins
ou de l'exposition au risque invasif (intubation)

Suspicion clinique = apparition/aggravation de signes évocateurs

- fièvre ($\geq 38,3^{\circ}\text{C}$)
- expectorations/aspirations purulentes ou d'aspect modifié
- hyperleucocytose ($\geq 12000/\text{mm}^3$) ou leucopénie ($\leq 4000/\text{mm}^3$)
- hypoxémie ou oxygène-dépendance
- signes auscultatoires en foyer
- **sepsis ou choc septique** sans autre foyer évident



Procédure diagnostique



Microbiologie

The Prevalence of Healthcare-associated Infection in Medical Intensive Care Units in Tunisia (NOSOREA2)

A. Jamoussi & al. 2022, Sept

- 16 centres tunisiens, 137 patients
- 70 % des patients sous ventilation mécanique
- Sites des IN:++ PAVM (55%)
- Germe le plus fréquent: *KP*, BGN non fermentant



Prévention

Protocole multimodal de prévention des pneumonies associées aux soins

1 - Favoriser la ventilation non-invasive (notamment en post-opératoire de chirurgie digestive et chez le BPCO)

En cas de nécessité de ventilation invasive

2 - Appliquer un protocole de décontamination digestive sélective avec une antibiothérapie systémique < 5 jours si prévalence de BMR faible (< 20%)

3 - Associer certaines des méthodes suivantes (1^{ère} intention) :

- Favoriser le recours à la VNI pour éviter l'intubation
- Limiter les doses et la durée d'administration de sédatifs et analgésiques liés à la ventilation mécanique
- Initier précocement une nutrition entérale
- Contrôler régulièrement la pression du ballonnet de la sonde endotrachéale
- Réaliser une aspiration sous-glottique (/6-8 heures) à l'aide de sonde endotrachéale adaptée
- Préférer la voie oro-trachéale pour l'intubation

NB: l'association d'un proclive > 30° et/ou d'une décontamination oro-pharyngée à la chlorhexidine 0,12 ou 0,2% pourraient être proposée en association à ces mesures malgré une faible efficacité car elles sont peu coûteuses et bien tolérées

4 - Eviter d'utiliser les méthodes suivantes :

- Trachéotomie précoce systématique (hors indication spécifique)
- Prophylaxie anti-ulcéreuse (hors indication spécifique)
- Nutrition entérale post-pylorique (hors indication spécifique)
- Administration de probiotiques
- Changement précoce (hors recommandation du constructeur) des filtres humidificateurs en systématique
- Utilisation des systèmes clos d'aspiration endo-trachéale
- Utilisation de sonde d'intubation imprégnée avec un antiseptique, ou à forme « optimisée » du ballonnet
- Décontamination oro-pharyngée à la polyvidone iodée
- Utilisation d'une antibioprofylaxie par aérosols
- Décontamination cutanée quotidienne par antiseptique



La trachéobronchite associée au ventilateur

- **La trachéobronchite associée au ventilateur (TAVM) :** syndrome clinique similaire à la PAVM, mais sans infiltrat radiographique \neq colonisation trachéale
- Plus fréquente chez les trachéotomisés
- Prolonge la durée de VM et la durée de séjours

Sinusites



- Définition

- Fièvre > 38°C
- TDM : Niveau hydro-aérique /Comblement entier d'un sinus
- Prélèvement de sinus purulent avec examen direct et culture > 10³ cfu/ml
- 2^{ème} cause de fièvre d'origine infectieuse en réa après PAVM
- Majorité de sinusites maxillaires; avec fréquente atteinte plurisinusienne
- FDR de pneumopathie acquise sous VM (risque x 4)

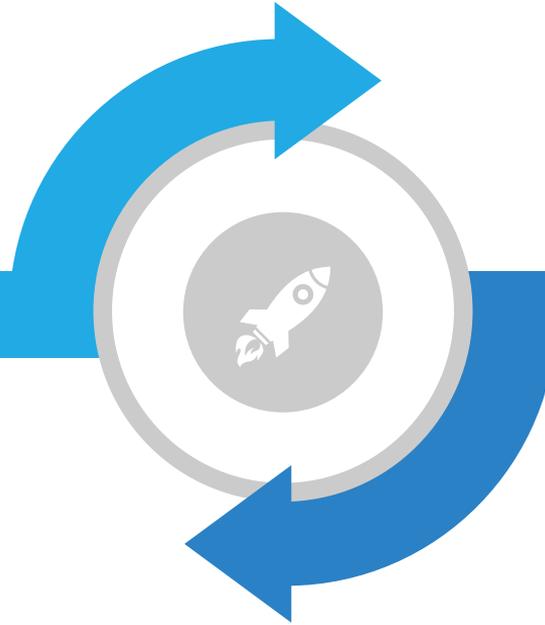
-Facteurs de risques: Traumatisme crânien / intubation nasale/ fracture base crâne

-Diagnostic positif: échographie++

-Traitement: drainage +ATB

La période de VM

Complications
infectieuses



**Complications non
infectieuses**



Atélectasies/ troubles ventilatoires



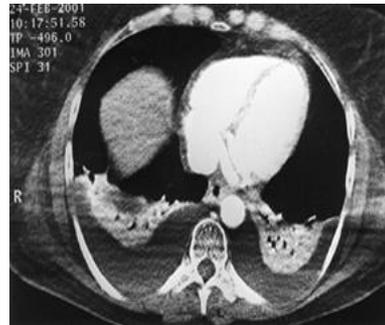
L'atélectasie est la «VAE »non infectieux le plus fréquent



Atélectasie en bande



Atélectasie totale



Atélectasie des bases

Atélectasies/ troubles ventilatoires



Patient Safety Identifying and Managing Complications of Mechanical Ventilation

Crit Care Nurs Clin N Am ■ (2016)

Type of VAC	Nursing Assessment Findings Associated with the VAC	Nursing Interventions to Act Upon the VAC
Atelectasis	<ul style="list-style-type: none">• Risk factors: low tidal volumes, high F_{iO_2}, mucous plugging, postoperative, abdominal/thoracic pain, obesity• Chest expansion—reduced to area of likely atelectasis• Lung percussion—dullness to area of likely atelectasis• Lung auscultation—fine crackles (dry sounding) to area of likely atelectasis or diminished sounds if a large region affected	<ul style="list-style-type: none">• Upright positioning• Tidal volumes 6–8 mL/kg• PEEP• Pain management• Physiotherapy• Mobility if possible• Suctioning as required

Lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)

Le barotraumatisme est une fuite d'air liée à une rupture alvéolaire lors d'une surpression induite par de la ventilation mécanique

surpression générée par la ventilation

surdistension des voies aériennes

rupture bronchique ou alvéolaire

fuite d'air :

pneumothorax +++

Pneumo médiastin

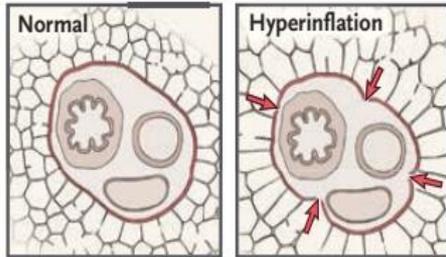
Pneumo péricarde

emphysème sous-cutané

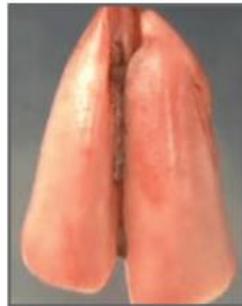
pneumopéritoine

embolies gazeuses.

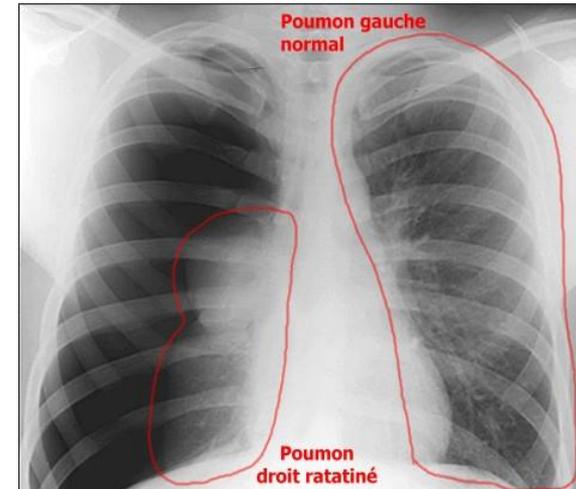
B Ventilation at high lung volume



Air leaks

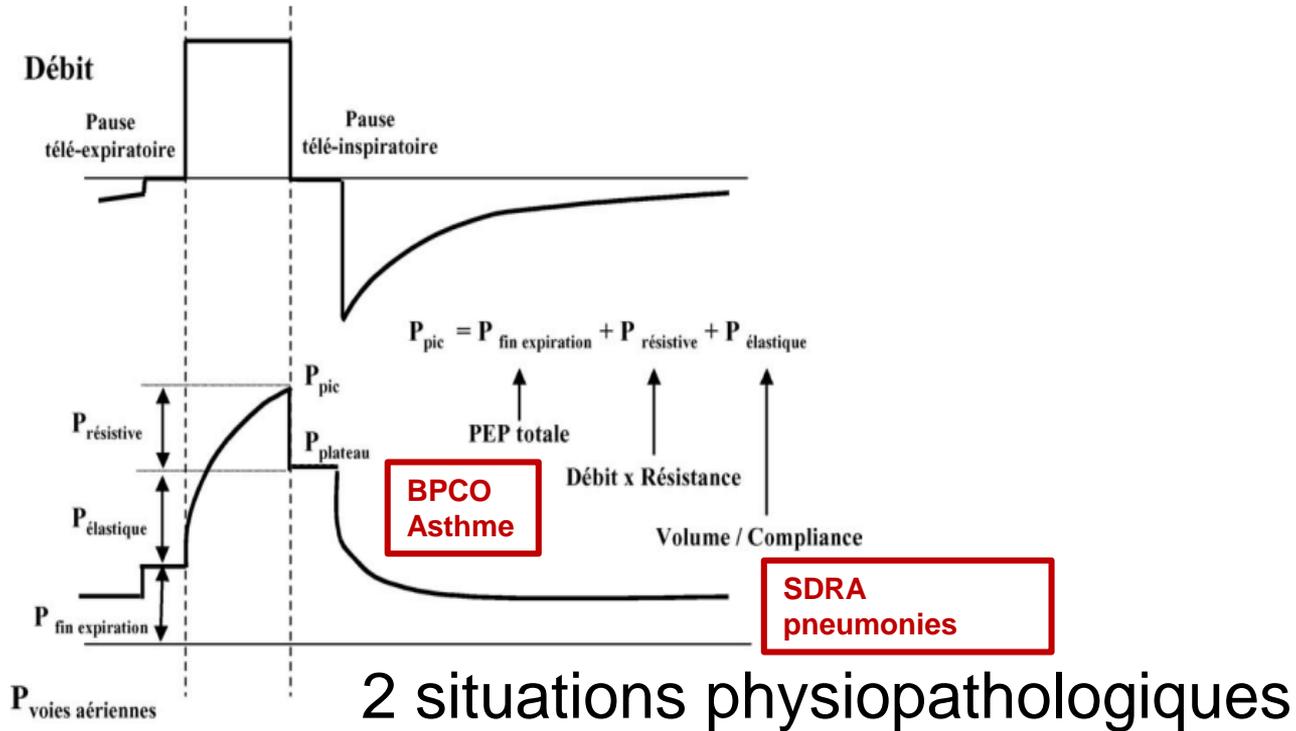


Overdistention



Lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)

A. Thille et al. / Réanimation 14 (2005) 133-139



Lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)

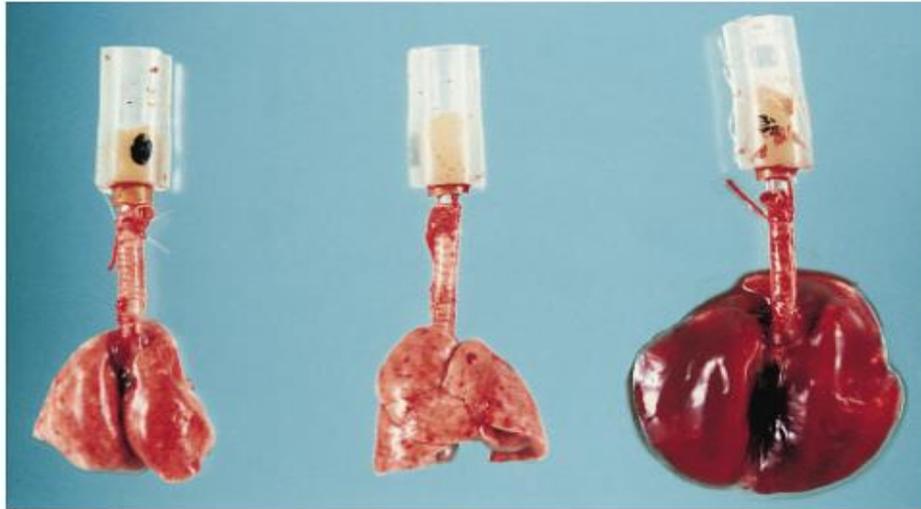


Figure 5. Macroscopic aspect of rat lungs after mechanical ventilation at 45 cm H₂O peak airway pressure. *Left:* normal lungs; *middle:* after 5 min of high airway pressure mechanical ventilation. Note the focal zones of atelectasis (in particular at the left lung apex); *right:* after 20 min, the lungs were markedly enlarged and congestive; edema fluid fills the tracheal cannula.

Lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)

Annals of Medicine and Surgery 73 (2022) 103221



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

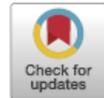
Annals of Medicine and Surgery

journal homepage: www.elsevier.com/locate/amsu

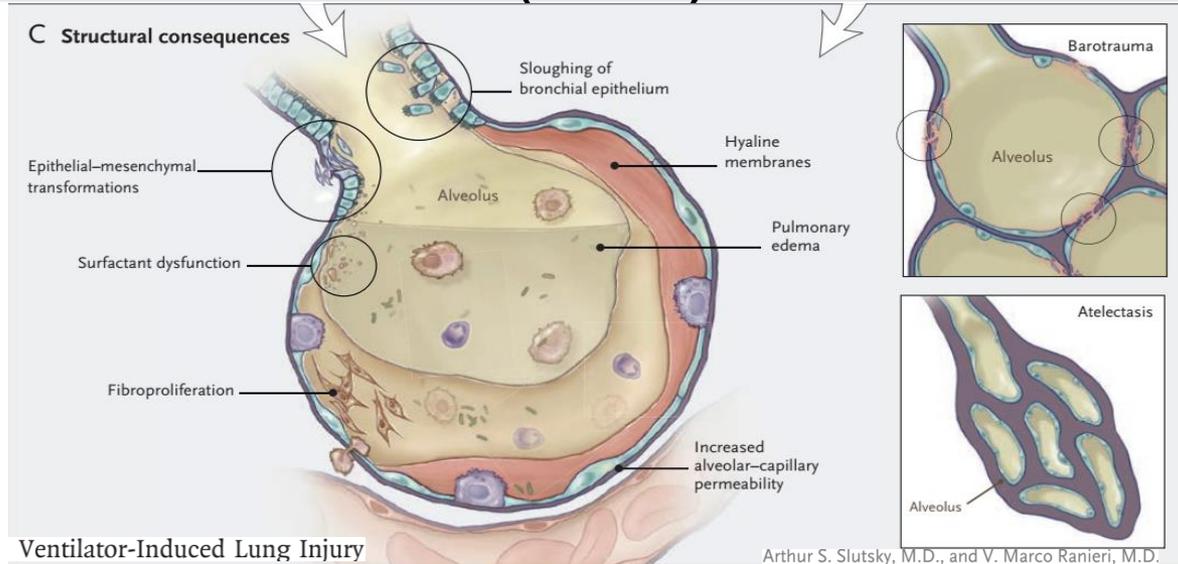


Systematic Review / Meta-analysis

Pulmonary barotrauma in COVID-19: A systematic review and meta-analysis



Lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)



Ventilation

Hauts volumes pulmonaires
Surdistension régionale
Volo-trauma

Bio-trauma

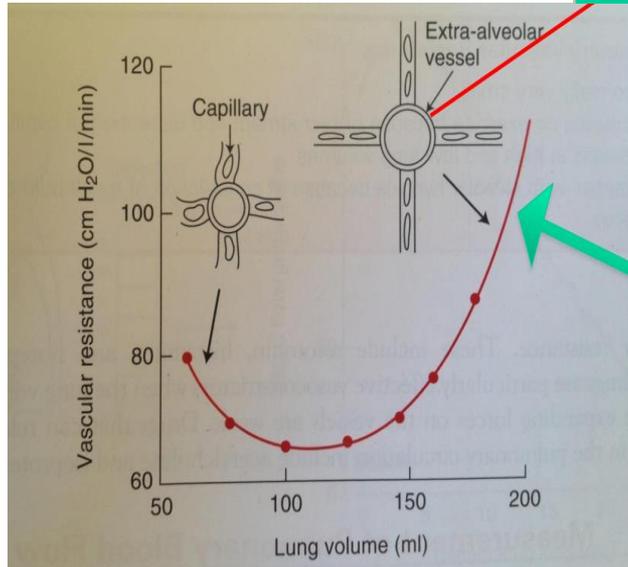
Faibles volumes pulmonaires
lésions de cisaillement
ouvertures fermetures répétés
Atelect-trauma

Volotraumatisme

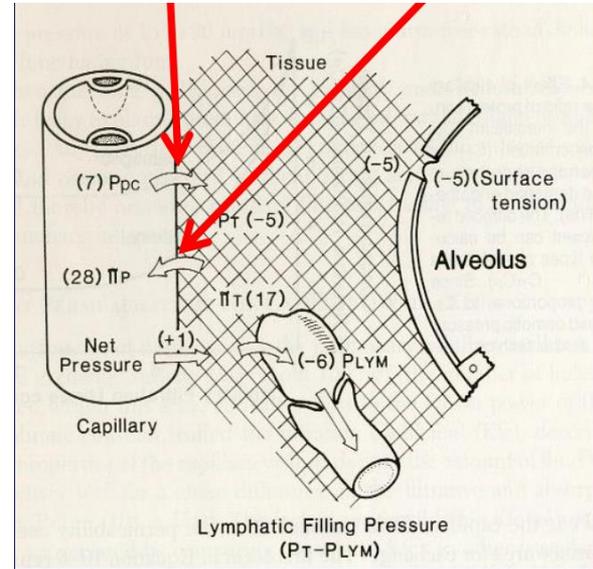
composante hydrostatique: l'œdème pulmonaire lié à la VM



Augmentation Ptm



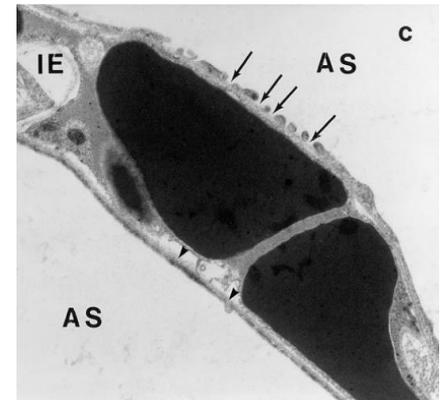
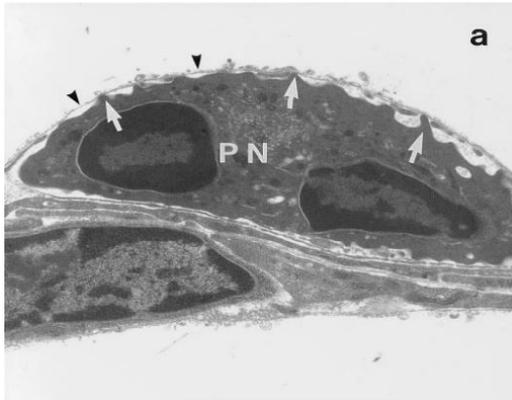
Ventilation Mécanique



Volotraumatisme



composante lésionnelle +++ = Altération de la perméabilité alvéolo-capillaire

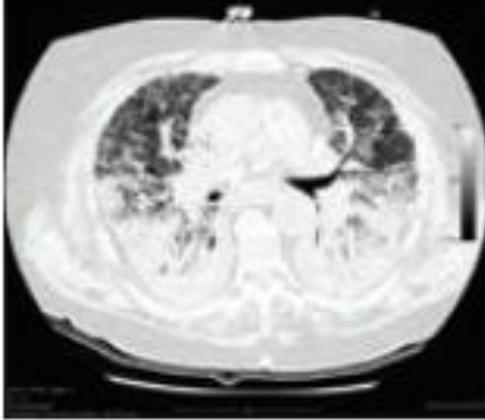


Atelectraumatisme



A Ventilation at low lung volume

End expiration



End inspiration

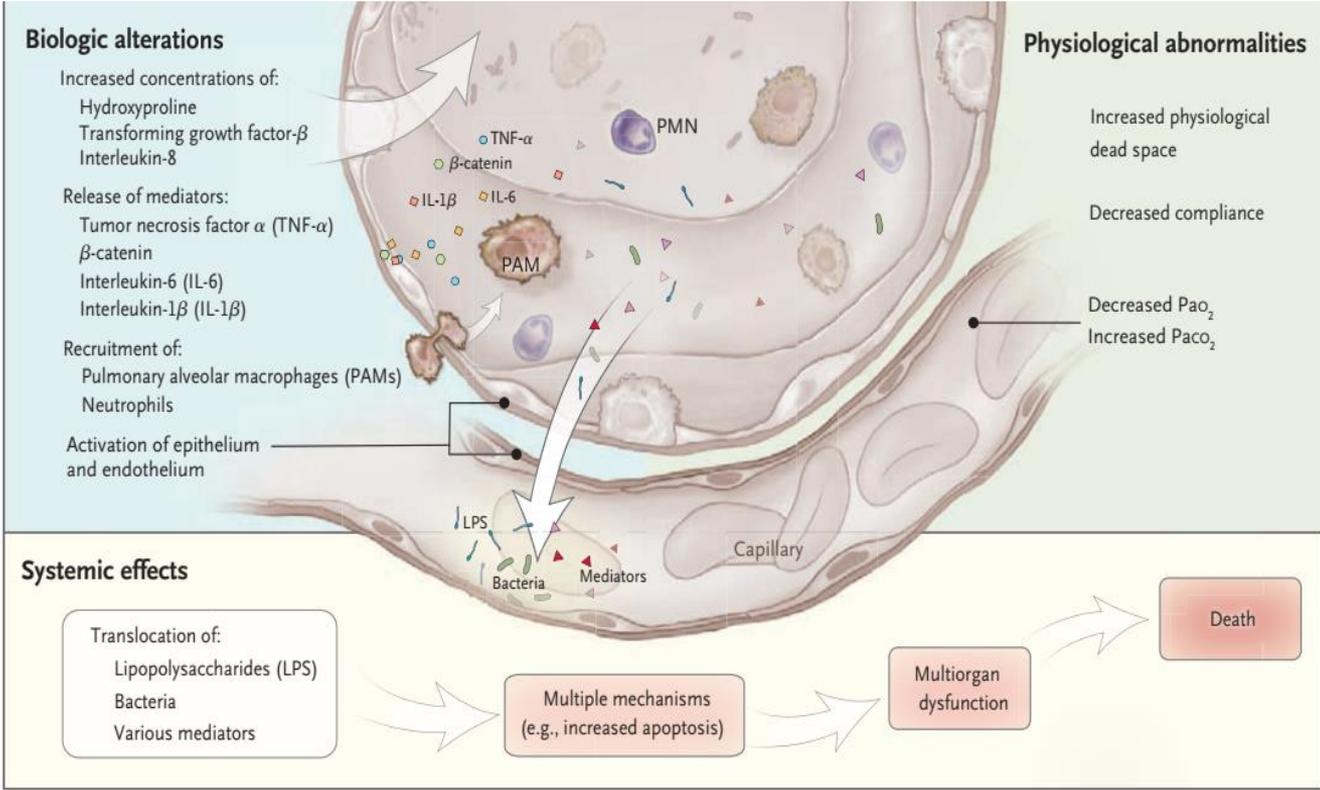


Atelectrauma



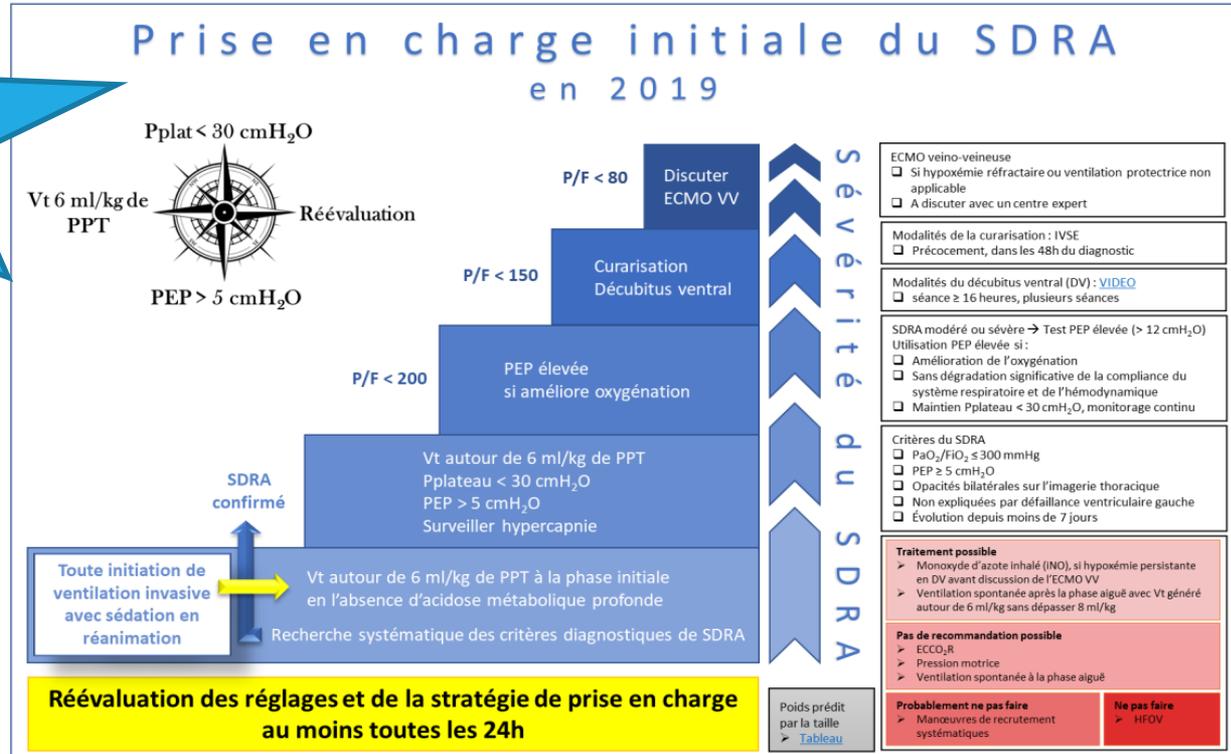
Lung inhomogeneity

Biotraumatisme



Lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)

Concept du baby lung



La période de VM

Complications de la sédation

Mise au point

Sédation et analgésie du patient ventilé

Tableau 4

Effets indésirables d'une sédation excessive du patient ventilé

- Perte de contact avec le patient (plaintes spontanées ou provoquées, soif, etc.)
 - Risque d'apnée lors d'une déconnexion du respirateur ou d'une extubation accidentelle
 - Prolongation de la ventilation mécanique
 - Risque d'infection nosocomiale
 - Hypotension artérielle (dépression myocardique et vasodilatation)
 - Stase veineuse. Risque de thrombophlébite
 - Risque accru d'escarres
 - Iléus. Mauvaise tolérance de l'alimentation entérale
 - Risque accru de polyneuropathie de réanimation
 - Immunosuppression
 - Coûts plus élevés
-



Complications de la sédation

<p>A: Assess, prevent, and manage pain</p> <p>Numerical rating score to assess pain</p> <ul style="list-style-type: none">- Patient awake and collaborative: Behavioral Pain Scale- unconscious/Uncooperative: Critical-Care Pain Observation Tool <p>Routine administration of non-opioids</p> <p>Consider regional anesthesia</p> <p>Parenteral opioids as the first line to relief pain</p> <p>Parenteral opioids prior to performing invasive procedures</p>
<p>B: Both spontaneous awakening trials (SAT) and spontaneous breathing trials</p> <p>Daily once the patients is stable</p>
<p>C: Choice of sedative or analgesic exposure</p> <p>Avoid unnecessary sedation</p> <p>Goal-directed delivery of psychoactive medications</p> <p>Routine level of sedation assessment</p> <ul style="list-style-type: none">-Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)-Riker Sedation-Agitation Scale (SAS) <p>Limit benzodiazepines</p>
<p>D: Delirium monitoring and management</p> <p>Routine delirium assessment</p> <ul style="list-style-type: none">- Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU)- Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC) <p>Avoid benzodiazepines to control agitation</p> <p>Limit sleep disruption</p>
<p>E: Early mobility</p>
<p>F: Family engagement</p>

Colectasie / syndrome d'Ogilvie

- **Définition** : dilatation importante, pseudo-occlusive, aigue, de tout ou partie du cadre colique, sans obstacle organique, ni lésion ischémique, ni processus inflammatoire du colon ou de la cavité péritonéale.
- grave : mortalité de 25 à 31 %
compliquée dans 40 à 50 % d'ischémie et/ou perforation digestive.



Colectasie / syndrome d'Ogilvie

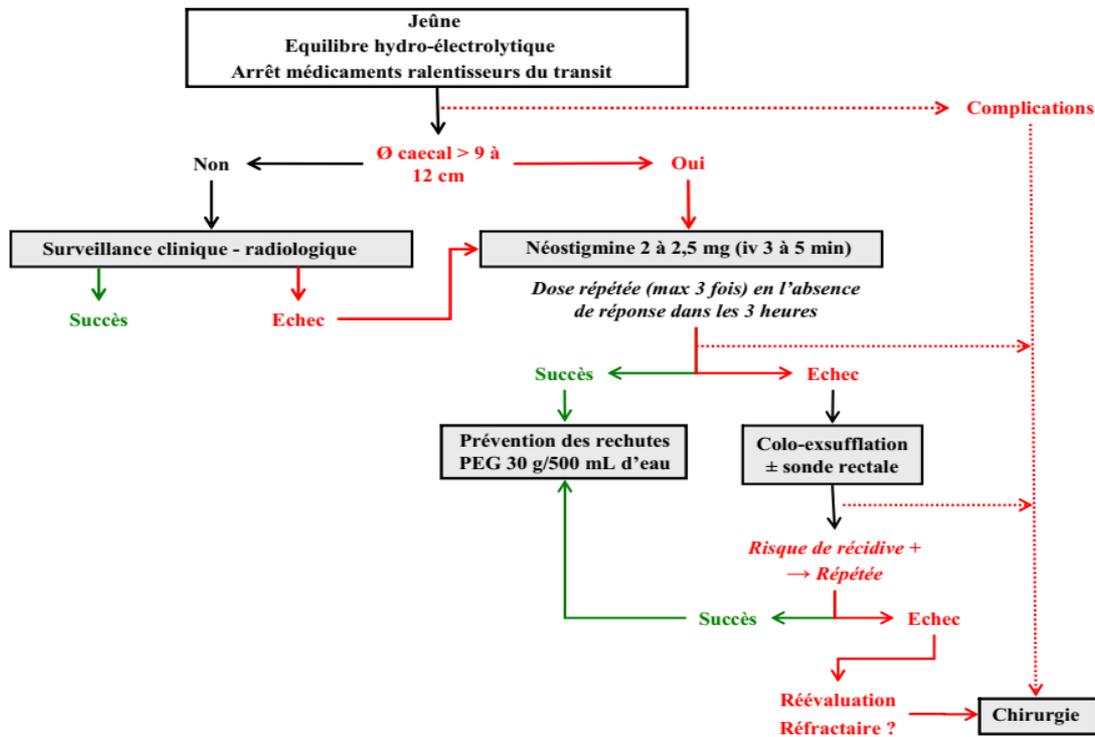
- **physiopathologie** : déséquilibre entre système parasympathique et sympathique
- **Confirmation:**
 - **ASP**: distension colique/ degré de dilatation/ risque de perforation
 - **Tomodensitométrie** : Dg différentiel / Mesure fiable du diamètre colique/

Évaluation de la viabilité de la muqueuse intestinale / Risque de perforation colique (9 à 12 cm).



Colectasie / syndrome d'Ogilvie

Figure 4. Approche thérapeutique du syndrome d'Ogilvie.



Complications des prothèses endotrachéales

Fistule

Œdème laryngé

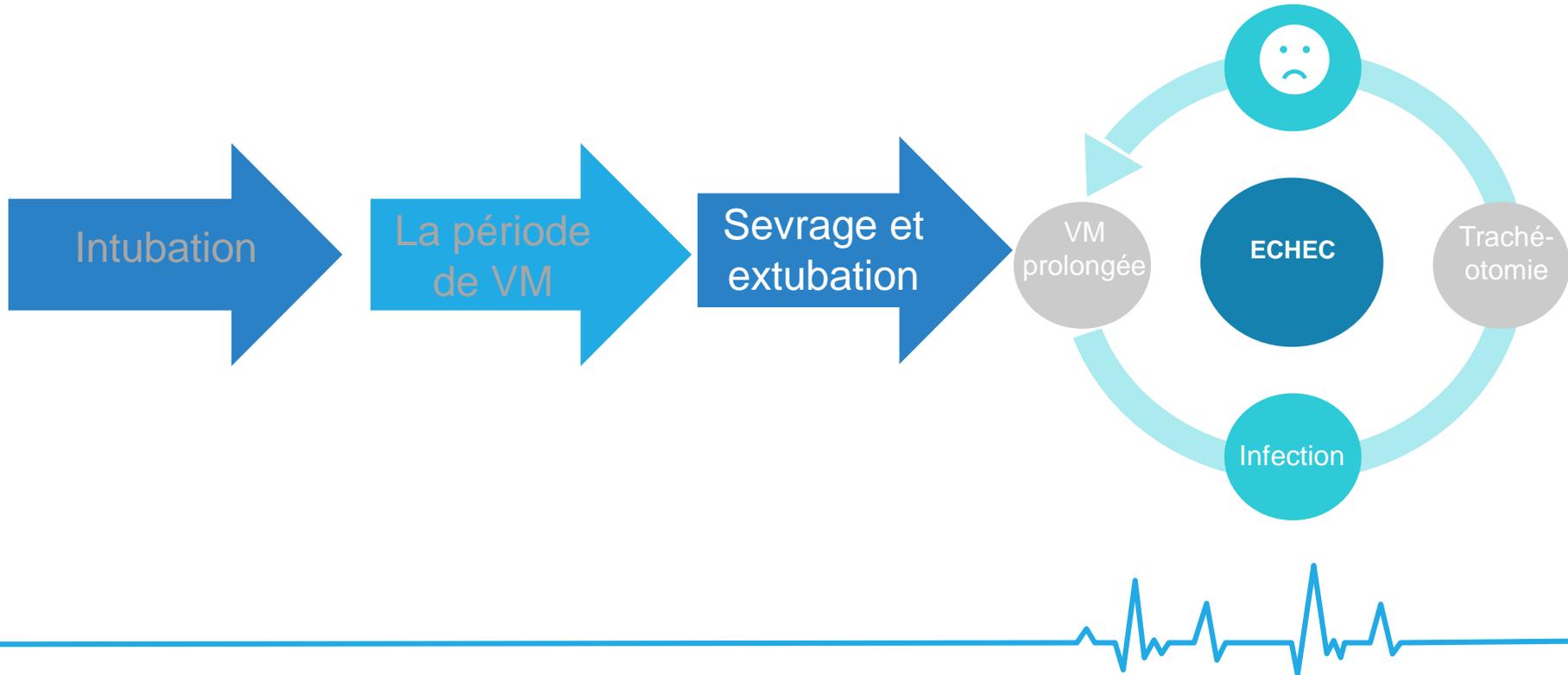


Incidents indésirables

- Panne du respirateur
- Auto-extubation
- Bouchon
- Asynchronie
- Toxicité de l'O₂: lésion de détrinogénéation
- Troubles acido-basiques
- Troubles hydro-électrolytiques: ++alcalose métabolique



Le temps: une notion primordiale



Dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation mécanique (VIDD)

Perte de la capacité de diaphragme à générer une pression, induite par la VM.

une ventilation mécanique contrôlée prolongée

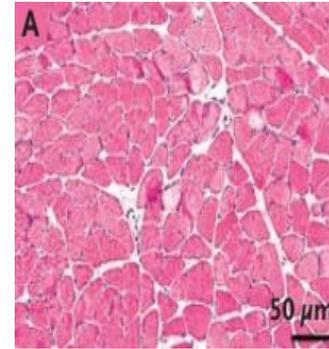


altérations structurelles de diaphragme

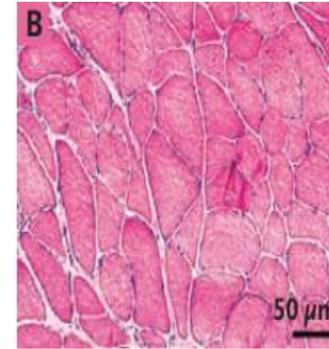
- **atrophie** des fibres musculaires
- élévation des marqueurs de **protéolyse musculaire** et du niveau d'**agression oxydante**



échec du sevrage de la VM



2 à 3 h



18 à 69 h

Dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation mécanique (VIDD)

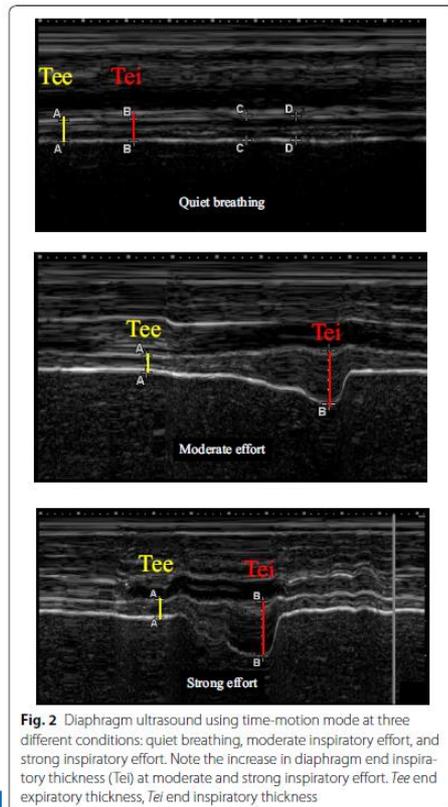
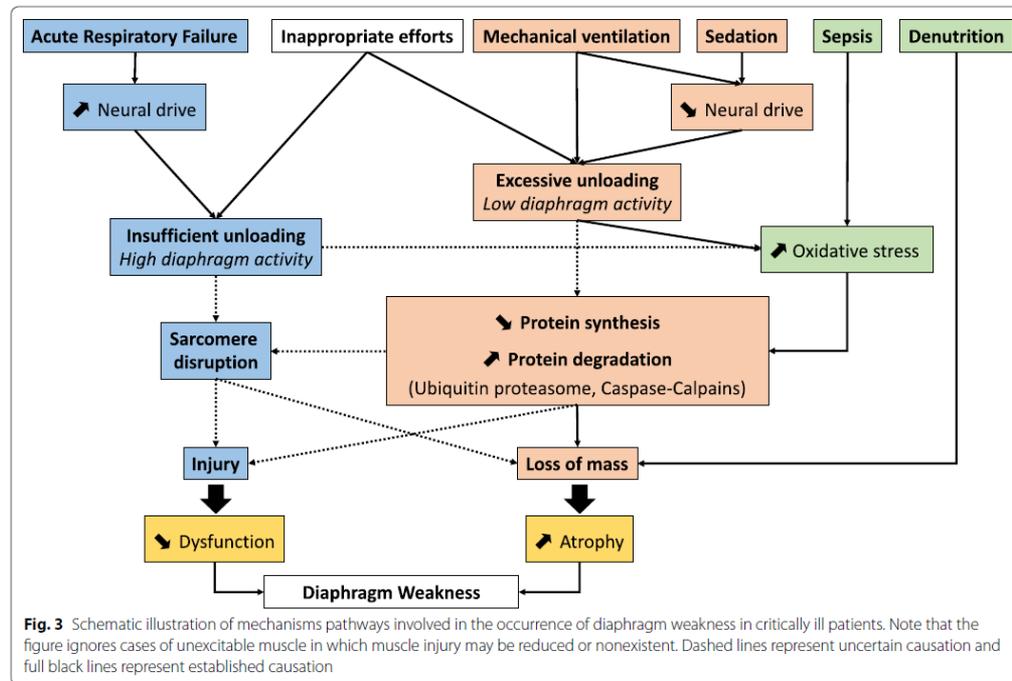


Fig. 2 Diaphragm ultrasound using time-motion mode at three different conditions: quiet breathing, moderate inspiratory effort, and strong inspiratory effort. Note the increase in diaphragm end inspiratory thickness (Tei) at moderate and strong inspiratory effort. Tee end expiratory thickness, Tei end inspiratory thickness

(VIDD)



Intensive Care Med (2017) 43:1441–1452
DOI 10.1007/s00134-017-4928-4

REVIEW

Critical illness-associated diaphragm weakness



Martin Dres^{1,2,3*}, Ewan C. Golliger^{4,5}, Leo M. A. Heunks⁶ and Laurent J. Brochard^{3,5}



Dysfonction diaphragmatique induite par la ventilation mécanique (VIDD)

Prévention de « VIDD » :

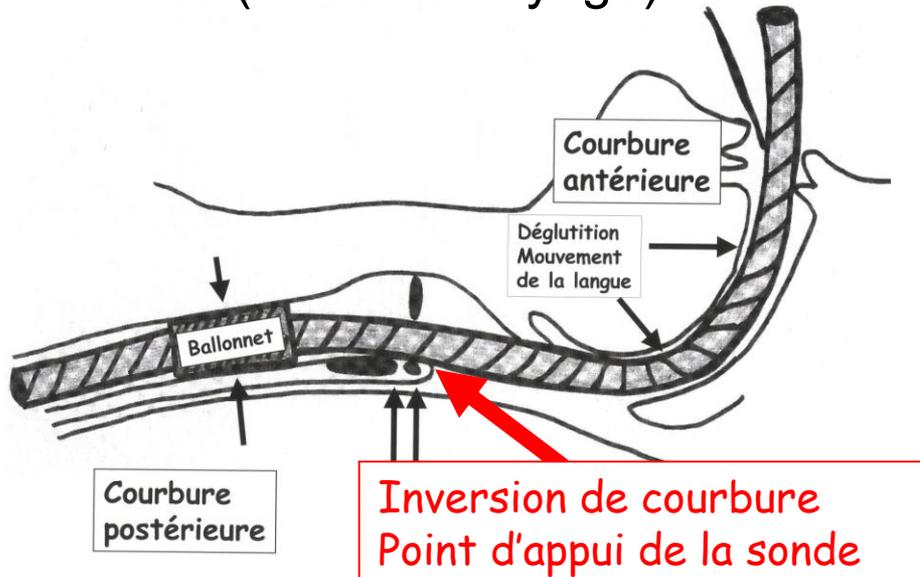
- Limiter la durée de la VM contrôlée
- Mise en ventilation spontanée dès que possible
- Optimisation glycémie et désordre électrolytiques
- Éviter l'utilisation des curares
- Mobilisation précoce



Complications laryngées du TET



- Fréquentes
- Mécanismes: friction, érosion et de Δ pression = nécrose
- Précoces (œdème laryngé) ou tardives (sténose trachéale, granulomes)



Complications de la VNI

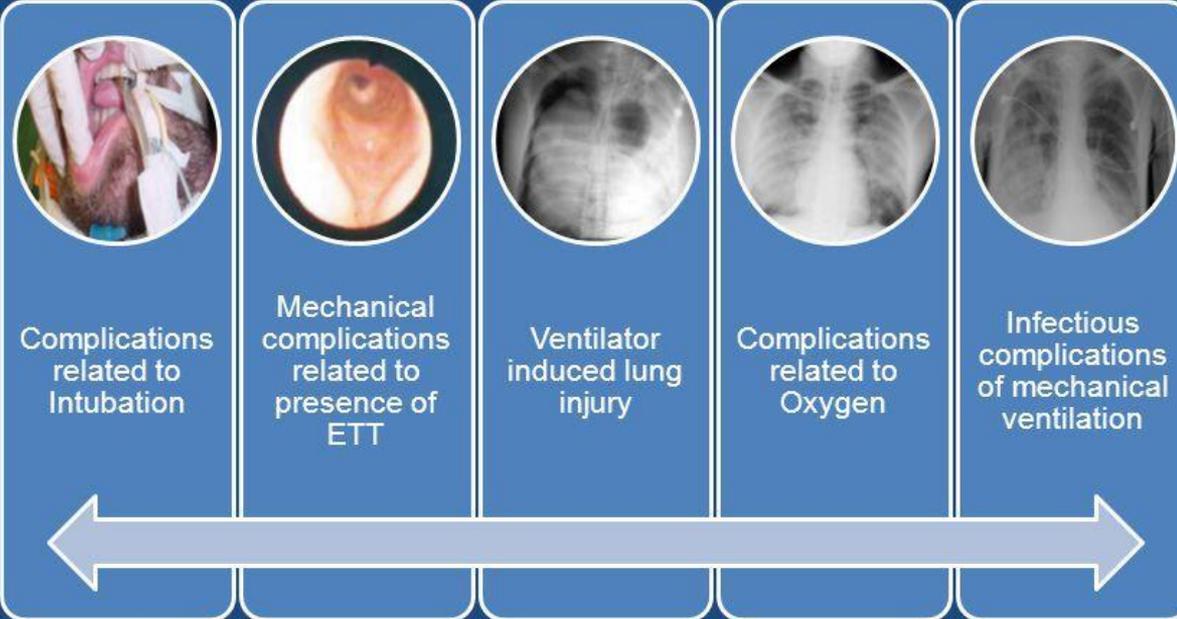
Tableau 3. Effets indésirables et complications de la ventilation non invasive

Effets indésirables	Types	Fréquences	Adaptations et solutions
Liés à l'interface	<ul style="list-style-type: none"> Erythème Douleur Ulcérations au niveau des points de pressions <ul style="list-style-type: none"> Claustrophobie, anxiété 	20 à 35% 5 à 10% 10 à 15%	<ul style="list-style-type: none"> Ajustement dans la tension des lanières Repositionnement Essai de différentes tailles et types d'interfaces Arrivée de masque en silicone plus souple Utilisation de peau artificielle au niveau des points de pression Réassurance, présence, éventuelle anxiolyse médicamenteuse à faible dose (cave: diminution drive ventilatoire central)
Liés à la pression et au débit	<ul style="list-style-type: none"> Assèchement des muqueuses orales et nasales Congestion nasale Otalgie et douleurs naso-sinusiennes Irritation conjonctivale en raison des fuites Distension gastrique Pneumothorax 	10 à 20% 20 à 50% 10 à 30% 10 à 30% 5 à 10% < 5%	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation d'un humidificateur Décongestionnant nasal Minimisation des fuites Ne pas dépasser aide inspiratoire de 20 cmH₂O
Fuites	<ul style="list-style-type: none"> Ajoutent à l'inconfort Interférence avec l'efficacité de la ventilation NB: les ventilateurs à double niveau de pression ne peuvent fonctionner sans une petite part de fuites dans la tubulure, ce qui est nécessaire pour éliminer le CO ₂ et éviter la réinhalation	Ubiquitaires 80 à 100%	<ul style="list-style-type: none"> Adaptation du masque Ajustement des lanières Réglage des paramètres ventilatoires
Broncho-aspiration	Chez les patients avec des troubles de la déglutition <ul style="list-style-type: none"> Sécrétions trop abondantes 	< 5%	Sélection adéquate des patients



Complications of Mechanical Ventilation

ations

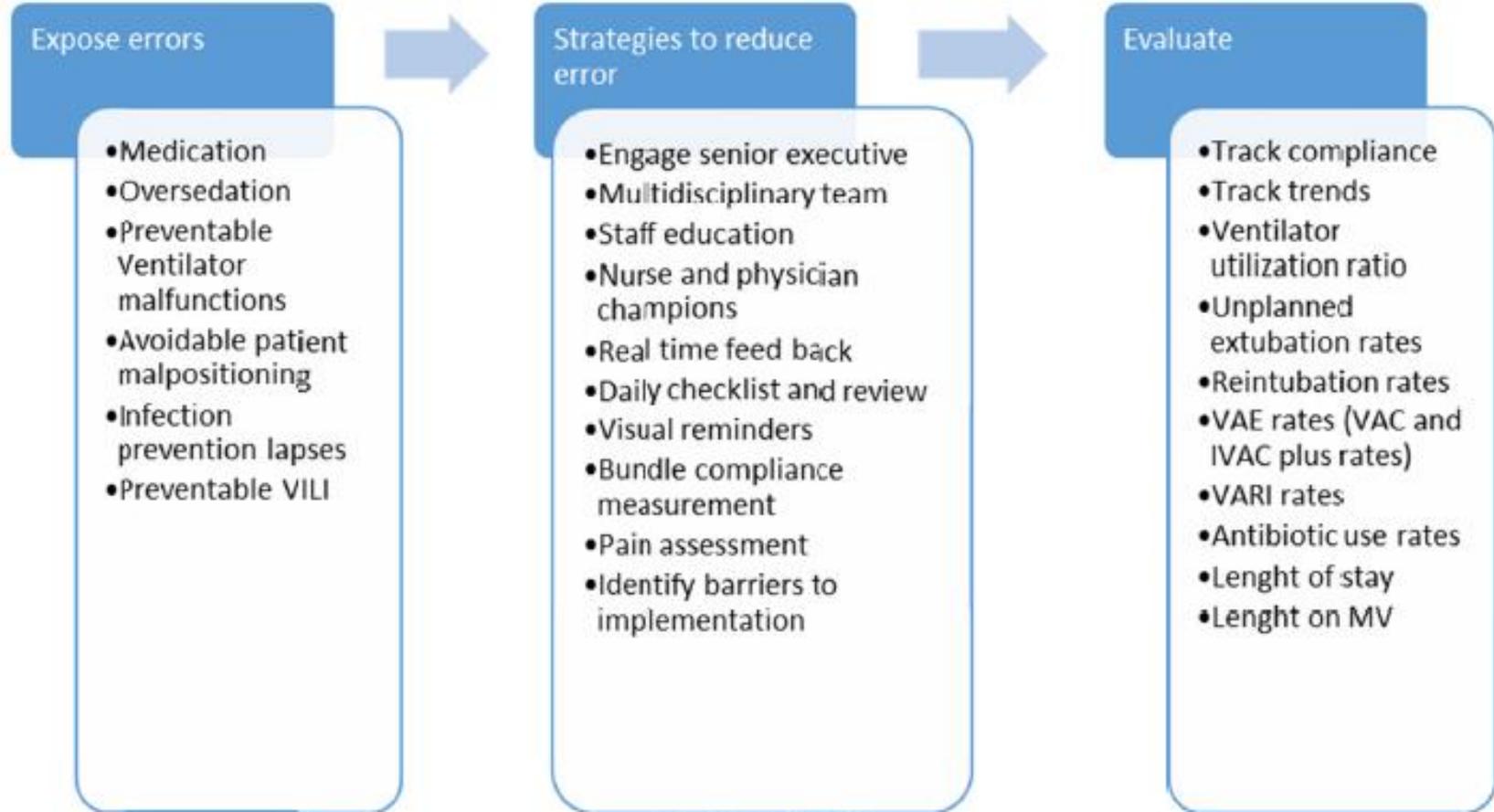


conclusions

- Incidence élevée des VAE
- Principalement infectieuses
- Attention aux VILI+++
- Surveillance stricte métabolique, gazométrique, clinique
- Ne jamais négliger les alarmes++
- Soyez cliniciens et proches de vos malades



Vers une VM plus « safe »





Thank you

Any Questions???

