

Modes ventilatoires de base en ventilation mécanique invasive

Dr ARNAUD REY^{a,b,*}, ERMES LUPIERI^{a,*}, DAVY CABRIO^a, Dr JEAN BONNEMAIN^a,
Pr THIERRY FUMEUX^c, Pr JEAN-DANIEL CHICHE^a et Dre LISE PIQUILLOUD^a

Rev Med Suisse 2022; 18: 1166-72 | DOI : 10.53738/REVMED.2022.18.785.1166

La ventilation mécanique invasive est un outil indispensable à la pratique de l'intensiviste et de l'anesthésiste. La connaissance des modes ventilatoires est nécessaire pour la prise en charge des patients ventilés. L'objectif de cet article est, d'une part, de distinguer les caractéristiques des modes barométriques et volumétriques, et de comprendre les différences entre les modes contrôlé, assisté-contrôlé et assisté et, d'autre part, de distinguer les paramètres qui doivent être réglés de ceux qui doivent être monitorés. Les modes les plus utilisés (volume contrôlé, pression contrôlée, modes mixtes et aide inspiratoire) font l'objet d'une description détaillée. Des suggestions de réglages initiaux sont proposées pour ces modes afin d'offrir au lecteur peu familier avec la ventilation mécanique une aide décisionnelle pratique.

Classic ventilatory modes for invasive mechanical ventilation

Invasive mechanical ventilation is part of the daily practice of the intensivist and anesthetist. The comprehensive knowledge of ventilatory modes is mandatory for managing the ventilated patients. The objective of this article is to explain the characteristics of the barometric and volumetric modes and the differences between controlled, assist-controlled, and assisted ventilation. The most common modes (volume and pressure assist-control, dual modes and pressure support) are described in detail. Parameters that must be set and those that must be monitored in each mode are also described. Finally, suggestions for initial settings are provided in order to offer the reader unfamiliar with mechanical ventilation a practical decision-making aid.

INTRODUCTION

La ventilation mécanique est une ventilation en pression positive. Elle peut être délivrée au moyen de différents modes ventilatoires. Dans le système respiratoire, volume et pression sont indissociables. L'administration d'un volume génère une pression et inversement. La relation entre volume et pression au cours du cycle ventilatoire dépend de la compliance du système respiratoire (composante élastique qui reflète sa distensibilité) et de la résistance cumulée des voies aériennes, du tube endotrachéal et du circuit du ventilateur.¹ Quel que soit le mode ventilatoire choisi, le clinicien sélectionne les modalités

de la ventilation administrée et monitoré les paramètres reflétant la mécanique respiratoire (compliance et résistance).

Les modes ventilatoires sont classés selon l'interaction patient-ventilateur (modes contrôlé, assisté-contrôlé et assisté) et selon que la pression (mode barométrique) ou le volume (mode volumétrique) est réglé par le clinicien. L'utilisation de modes en volume ou en pression n'a pas d'impact sur le devenir des patients.²

MODES VENTILATOIRES BAROMÉTRIQUES ET VOLUMÉTRIQUES

Modes barométriques ou en pression

La pression délivrée par le ventilateur durant l'insufflation (P_{insp} (pression inspiratoire)) est déterminée par l'utilisateur. Elle est constante. Le débit inspiratoire, le volume courant (VT), et la ventilation minute – produit du VT et de la fréquence respiratoire (FR) – dépendent de la mécanique respiratoire. Ces paramètres doivent être monitorés afin de s'assurer que la ventilation minute est suffisante et que les VT délivrés restent dans les cibles (prévention du volotrauma). Dans les modes en pression, le débit inspiratoire est décélérant. Il dépend de la résistance et du gradient de pression entre le circuit du ventilateur et les alvéoles, qui est maximal au début de la phase inspiratoire et diminue au fur et à mesure que l'air pénètre dans les alvéoles. Dans les modes barométriques, le monitoring du débit inspiratoire permet de détecter des variations de compliance et de résistance.¹

Modes volumétriques ou en volume

Le VT et la forme du débit inspiratoire sont réglés. Un débit constant est classiquement utilisé car il permet un monitoring aisé de la mécanique respiratoire. Les pressions mesurées dans les voies aériennes dépendent de la mécanique respiratoire. Le monitoring de ces pressions (pression de crête et pression de plateau quasi statique) permet de détecter des variations de compliance et de résistance, et de prévenir le barotrauma.¹

Le **tableau 1** résume les caractéristiques générales des modes barométriques et volumétriques (à débit constant).

VENTILATION CONTRÔLÉE, ASSISTÉE-CONTRÔLÉE ET ASSISTÉE

Indépendamment du réglage en volume ou en pression, la ventilation peut être contrôlée, assistée-contrôlée ou assistée en fonction de l'interaction entre l'activité respiratoire spon-

^aService de médecine intensive adulte, Centre hospitalier universitaire vaudois, 1011 Lausanne, ^bService d'anesthésiologie, Centre hospitalier universitaire vaudois, 1011 Lausanne,

^cChemin du Couchant 20, 1270 Trélex

arnaud.rey@chuv.ch | ermes.lupieri@chuv.ch | davy.cabrio@chuv.ch
jean.bonnemain@chuv.ch | thierry.fumeux@gmail.com | jean-daniel.chiche@chuv.ch
lise.piquilloud@chuv.ch

*Ces deux auteurs ont contribué de manière équivalente à la rédaction de cet article.

TABLEAU 1 Caractéristiques générales des modes volumétriques et barométriques

Le tableau montre également les courbes typiques.

	Ventilation volumétrique (en volume)	Ventilation barométrique (en pression)
Paramètres réglés	<ul style="list-style-type: none"> • Débit inspiratoire • Volume courant 	<ul style="list-style-type: none"> • Pression inspiratoire
Paramètres monitorés	<ul style="list-style-type: none"> • Pression des voies aériennes • Pression de crête • Pression de plateau 	<ul style="list-style-type: none"> • Courbe de débit en fonction du temps • Volume courant • Ventilation minute
Aspect classique de la courbe de débit	Débit inspiratoire constant avec pause téléinspiratoire 	Débit décélérant 
Aspect classique de la courbe de pression dans les voies aériennes		

tanée du patient et le ventilateur.³ Le **tableau 2** résume les caractéristiques générales de ces 3 modalités de ventilation.

Ventilation contrôlée (ventilation contrôlée stricte)

La FR est déterminée par le réglage du ventilateur. Le patient ne déclenche aucun cycle. La durée totale du cycle respiratoire, comprenant inspiration et expiration, dépend de la FR. La transition entre phases inspiratoire et expiratoire (ou cyclage) est déterminée par une consigne de temps. La durée des phases inspiratoire et expiratoire peut être déterminée par le réglage direct du temps inspiratoire (T_{insp}) ou par celui du rapport T_{insp} sur temps expiratoire (T_{exp}) (rapport I:E).

Ventilation assistée-contrôlée

Il s'agit d'une combinaison entre ventilations contrôlée et assistée. À la ventilation contrôlée (délivrée en l'absence d'effort

inspiratoire du patient) s'ajoute la possibilité pour le patient de déclencher des cycles assistés, identiques ou non, selon le mode ventilatoire choisi, aux cycles contrôlés délivrés par le ventilateur. En pratique, les modes assistés-contrôlés ont supplanté, aux soins intensifs, les modes contrôlés stricts, car ils permettent d'assurer une ventilation minute minimale tout en favorisant la synchronisation du patient et du ventilateur^{4,5}.

Ventilation assistée

Le patient respire spontanément et déclenche chaque cycle d'assistance ventilatoire. L'effort inspiratoire est détecté par le ventilateur qui délivre une assistance synchronisée à cet effort. La FR est déterminée par le patient et la ventilation minute résulte de la conjonction de l'effort du patient et de l'assistance délivrée par le ventilateur dans une proportion dépendant de la situation clinique et des réglages du ventilateur. En ventilation assistée, la durée de l'effort inspiratoire et de l'assistance

TABLEAU 2 Types de ventilation selon l'interaction patient-ventilateur

Le tableau donne également des exemples de modes.

PAC: pression assistée-contrôlée; PC: ventilation en pression contrôlée; VAC: volume assisté-contrôlé; VC: ventilation en volume contrôlé; VS-AI: ventilation spontanée avec aide inspiratoire.

	Ventilation contrôlée	Ventilation assistée-contrôlée	Ventilation assistée Cas de la VS-AI
Cycles respiratoires spontanés	Non	Possibles	Oui
Interaction patient-ventilateur	Non	Oui	Oui
Ventilation minute	Assurée à 100% par le respirateur	Assurée par le patient et le respirateur	Assurée par le patient et le respirateur
Transition inspiro-expiratoire	Consigne de temps réglée par le clinicien	Consigne de temps réglée par le clinicien	Estimation de la fin de l'effort inspiratoire du patient sur la base de la courbe de débit inspiratoire
Remarques	Concerne les patients curarisés ou profondément sédatisés	Contribution du patient en cas de respiration spontanée, mais elle n'est pas nécessaire	Effort inspiratoire du patient nécessaire
Exemples de modes	VC, PC	VAC, PAC	VS-AI

délivrée par le ventilateur doit idéalement être similaire. Cette synchronisation concerne le début (phase de déclenchement) et la fin de l'inspiration (phase de cyclage expiratoire).

RÉGLAGES COMMUNS À DIFFÉRENTS MODES VENTILATOIRES

Un certain nombre de réglages sont communs à différents modes ventilatoires. La fraction inspirée en oxygène est réglée de façon à obtenir une saturation ou une pression partielle artérielle en oxygène cible. L'application d'une pression téléexpiratoire positive (PEEP) a pour but principal de contrecarrer la baisse de la capacité résiduelle fonctionnelle induite par la sédation, la curarisation, le décubitus dorsal, et l'absence ou la faiblesse de la contraction diaphragmatique. Les modalités de réglage de la PEEP ne font pas l'objet de cet article. Le seuil de déclenchement du cycle ventilatoire (ou seuil de trigger inspiratoire) détermine la sensibilité avec laquelle le ventilateur détecte les efforts inspiratoires du patient. Il doit être réglé de manière à les détecter sans permettre une pressurisation du ventilateur en l'absence d'effort (autodéclenchement). Il peut être réglé en débit ou en pression selon qu'une variation de débit ou de pression dans les voies aériennes est utilisée pour la détection de l'effort. Sur les ventilateurs modernes, les deux modalités de déclenchement ont des performances satisfaisantes. Le déclenchement par variation de débit (avec classiquement une valeur entre 1 et 3 litres/minute) est néanmoins le plus souvent choisi.⁶

MODES VENTILATOIRES PRINCIPALEMENT UTILISÉS

Ventilation en volume assisté contrôlé

Le VT et la FR sont réglés et la pression doit être monitorée. En mode contrôlé, la FR réglée détermine la durée totale d'un cycle ventilatoire. Cette durée en secondes est de $60/FR$. La

durée d'un cycle se divise en T_{insp} et T_{exp} . Le ratio entre les deux temps est le rapport I:E. Il est possible de régler par défaut une occlusion du circuit en fin d'inspiration. On parle de pause téléinspiratoire. Elle divise le T_{insp} en temps d'insufflation (durant lequel le VT est délivré) et temps de pause, durant lequel le débit est nul. Les différentes phases d'un cycle en VAC (volume assisté-contrôlé) sont illustrées en détail sur la **figure 1**.

En plus du VT et de la FR, la forme du débit inspiratoire peut être sélectionnée. Classiquement, on utilise un débit constant (appelé aussi débit rectangulaire ou carré), car il permet une interprétation aisée des variations de mécanique respiratoire au cours du temps au moyen de l'examen des pressions de crête et de plateau quasi statique.¹

Pour le réglage du mode VAC, on doit non seulement sélectionner le VT, la FR et la forme du débit, mais également 2 paramètres supplémentaires parmi les 4 suivants: débit inspiratoire, T_{insp} , temps de pause téléinspiratoire et rapport I:E. Les 2 paramètres non sélectionnés résultent des autres réglages. Les 2 paramètres sélectionnables varient selon le ventilateur utilisé et son paramétrage. Parmi les paramétrages les plus utilisés en pratique clinique, on retrouve:

1. Le réglage direct du rapport I:E et du temps de pause. Dans ce cas, le débit inspiratoire et le T_{insp} résultent des réglages suivants: VT, FR, rapport I:E et temps de pause.
2. Le réglage direct du T_{insp} et du temps de pause. Dans ce cas, le rapport I:E et le débit inspiratoire résultent des réglages suivants: VT, FR, T_{insp} et temps de pause.

D'autres paramétrages possibles sont illustrés dans la **figure 2**, qui résume par ailleurs les paramètres de réglage du mode VAC.

Comme initialement mentionné, la pression doit être monitorée en mode VAC. La programmation d'une pause téléinspi-

FIG 1 Cycle en volume assisté-contrôlé avec débit constant en l'absence d'effort patient

$P_{crête}$: pression de crête; PEEP: pression téléexpiratoire positive; P_{plat} : pression de plateau (quasi statique); P_{va} : pression dans les voies aériennes; T_{exp} : temps expiratoire; T_{insp} : temps inspiratoire; T_{insuf} : temps d'insufflation; T_{plat} : temps de plateau ou de pause inspiratoire.

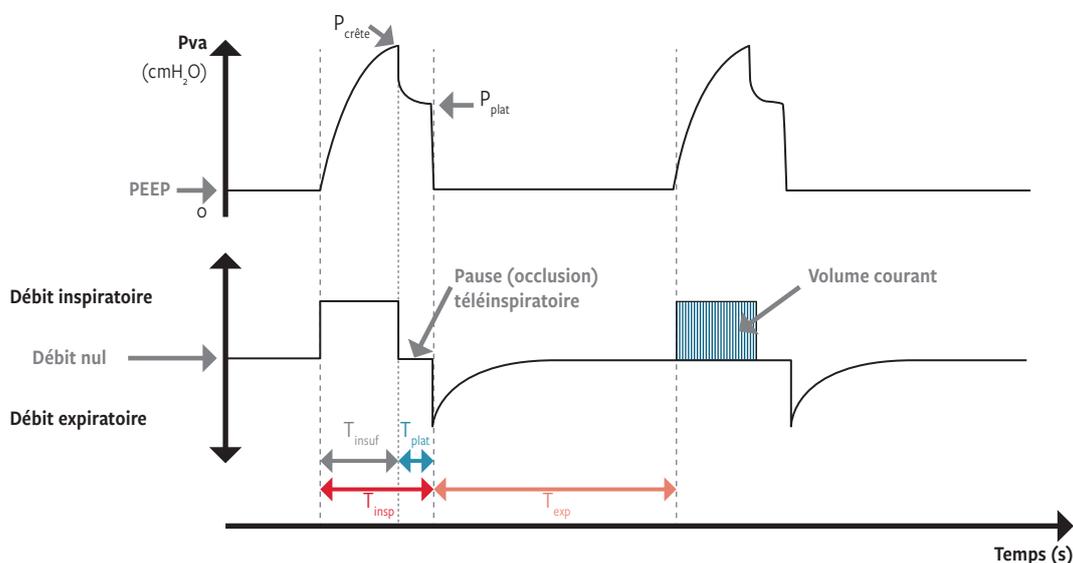
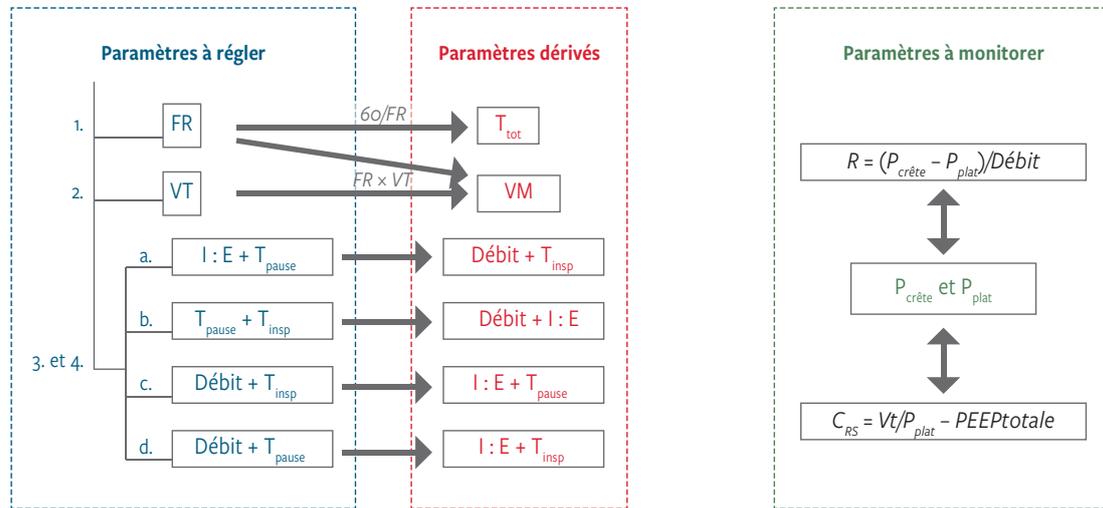


FIG 2 Paramètres en volume assisté contrôlé à débit constant sans effort patient

C_{RS} : compliance du système respiratoire; FR: fréquence respiratoire; I:E rapport temps inspiratoire sur temps expiratoire; PEEP: pression téléexpiratoire positive; P_{pic} ou $P_{crête}$: pression inspiratoire de pointe; P_{plat} : pression plateau quasi statique; R: résistance des voies aériennes; T_{insp} : temps inspiratoire; T_{pause} : temps de pause, avec débit nul; T_{tot} : durée totale d'un cycle respiratoire; VM: ventilation minute; VT: volume courant.



atoire permet l'affichage de la pression maximale en fin d'insufflation (pression de crête) et de la pression de plateau quasi statique, qui permet d'estimer la pression régnant dans les alvéoles en fin d'inspiration, déterminant du risque de barotraumatisme.¹

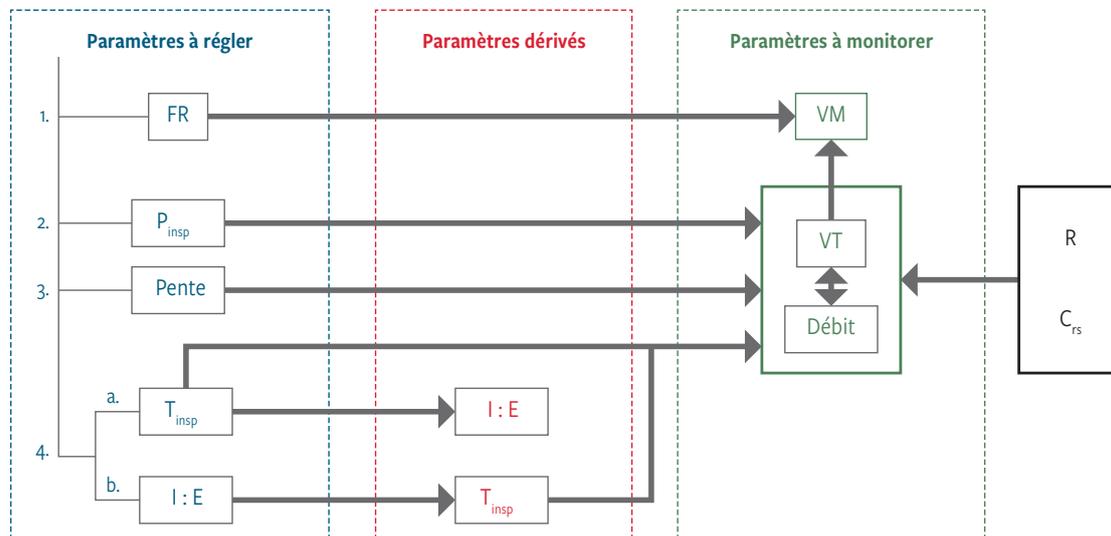
Ventilation en PAC

Le clinicien règle la P_{insp} et la FR. Comme en mode VAC, en l'absence d'effort du patient, la FR détermine la durée d'un cycle respiratoire. La transition inspiro-expiratoire peut être déterminée en réglant soit un T_{insp} soit le rapport I:E. La

pente inspiratoire, qui détermine le délai nécessaire à atteindre la P_{insp} doit également être réglée (en temps effectif ou en pourcentage du T_{insp} selon les ventilateurs). Une pente de 100 ms est en général satisfaisante, permettant de générer un débit inspiratoire suffisant. Le VT et la ventilation minutes doivent être monitorés en mode PAC (pression assistée-contrôlée), car les changements de résistance et/ou de compliance peuvent induire des variations importantes. Le VT insufflé correspond à l'aire sous la courbe du débit inspiratoire (intégrale en fonction du temps). La **figure 3** résume les différentes possibilités de réglage en mode PAC ainsi que les déterminants du VT et de la ventilation minute.

FIG 3 Paramètres en pression assistée contrôlée en l'absence d'effort du patient

C_{RS} : compliance du système respiratoire; FR: fréquence respiratoire; I:E: rapport temps inspiratoire sur temps expiratoire; P_{insp} : pression inspiratoire; R: résistance des voies aériennes; T_{insp} : temps inspiratoire; VT: volume courant; VM: ventilation minute.



Ventilation en pression contrôlée avec consigne de volume (ou modes mixtes)

Il s'agit formellement de modes en pression. Ils combinent des caractéristiques des modes barométriques et volumétriques, avec des variations en fonction des modèles de ventilateurs. On détaillera ici les modes mixtes cycle à cycle (par opposition aux modes mixtes intracycle) avec transition inspiro-expiratoire basée sur une consigne de temps (T_{insp} ou I:E). Les modes volume contrôlé à régulation de pression (VCRP) de Getinge ou pression adaptative (APV) de Hamilton en constituent des exemples. Bien qu'il s'agisse de modes barométriques, le clinicien règle un VT cible et non la P_{insp} . Concrètement, le ventilateur module la P_{insp} de façon à atteindre le VT cible. Si, au cours d'un cycle respiratoire donné, le VT cible n'est pas atteint, la P_{insp} du cycle suivant sera augmentée. Inversement, si le VT délivré est supérieur au VT cible, la P_{insp} délivrée au cycle suivant sera plus basse. Elle varie donc au cours du temps en fonction des changements de compliance, de résistance et d'éventuels efforts inspiratoires du patient. Au vu du risque de barotraumatisme qui pourrait être lié à l'administration d'une P_{insp} trop élevée en cas de diminution brusque de compliance (pneumothorax, intubation sélective, atelectasie proximale) ou d'augmentation brusque de résistance (bronchospasme, sécrétions proximales), il est important de fixer une limite de pression maximale que le ventilateur est autorisé à délivrer.

La **figure 4A** illustre l'effet d'une diminution de compliance sur les P_{insp} délivrées au cours des cycles suivant l'événement et la **figure 4B** l'effet d'une normalisation de la compliance sur les P_{insp} délivrées (exemple du mode APV de Hamilton).

Dans la situation où le patient respire spontanément en mode mixte, un effort inspiratoire intense peut conduire à générer

un VT élevé, supérieur au VT cible. Il en résulte une diminution de la P_{insp} , ce qui, dans certains cas, peut conduire à une sous-assistance.⁷

Mode assisté en pression ou VS-AI

La VS-AI (ventilation spontanée avec aide inspiratoire) est le mode assisté le plus utilisé. Il s'agit d'un mode barométrique déclenché par le patient. En réponse à un effort inspiratoire, une aide inspiratoire (AI) délivrée sous forme de pression est appliquée. En VS-AI, le cycle respiratoire est divisé en phases de déclenchement inspiratoire (trigger inspiratoire), d'augmentation progressive de la P_{insp} (caractérisée par la pente), de pressurisation à pression constante et de cyclage expiratoire. Ces différentes phases sont illustrées sur la **figure 5A**. Chacune d'elles nécessite un réglage spécifique. Le trigger inspiratoire est réglé de la même manière que pour les autres modes ventilatoires. La pente correspond au délai entre le début de la pressurisation et le moment où la pression totale (P_{tot}) est atteinte. Elle influence le débit inspiratoire. En ventilation invasive, un temps de 100 à 150 ms entre le début de la pressurisation et l'atteinte de la P_{tot} est en général adéquat pour répondre au besoin du patient.^{8,9} Le niveau d'AI est réglé en fonction du VT désiré. Ce niveau désigne la pression réglée au-dessus de la PEEP. Le cyclage est réglé de manière à estimer la fin de l'effort inspiratoire du patient. Techniquement, le ventilateur identifie, en début d'inspiration, le débit inspiratoire de pointe. Lorsque le débit inspiratoire (décroissant) atteint un pourcentage prédéterminé du débit inspiratoire de pointe, la pressurisation s'interrompt, permettant ainsi le passage en expiration. En présence d'une mécanique respiratoire normale, un cyclage de 25 à 30% est habituellement adéquat et correspond au réglage par défaut de la plupart des ventilateurs.⁸ L'effet d'une modification de cyclage sur le T_{insp} est illustré sur la **figure 5B**. On notera que plus la

FIG 4 Effet de la variation de compliance en mode mixte

Effet d'une diminution (A) et d'une augmentation (B) de compliance en mode mixte. Mode pression adaptative (APV, Hamilton Medical, Bonaduz, Switzerland). C_{RS} : compliance du système respiratoire; P_{insp} : pression inspiratoire; P_{va} : pression dans les voies aériennes; VT: volume courant.

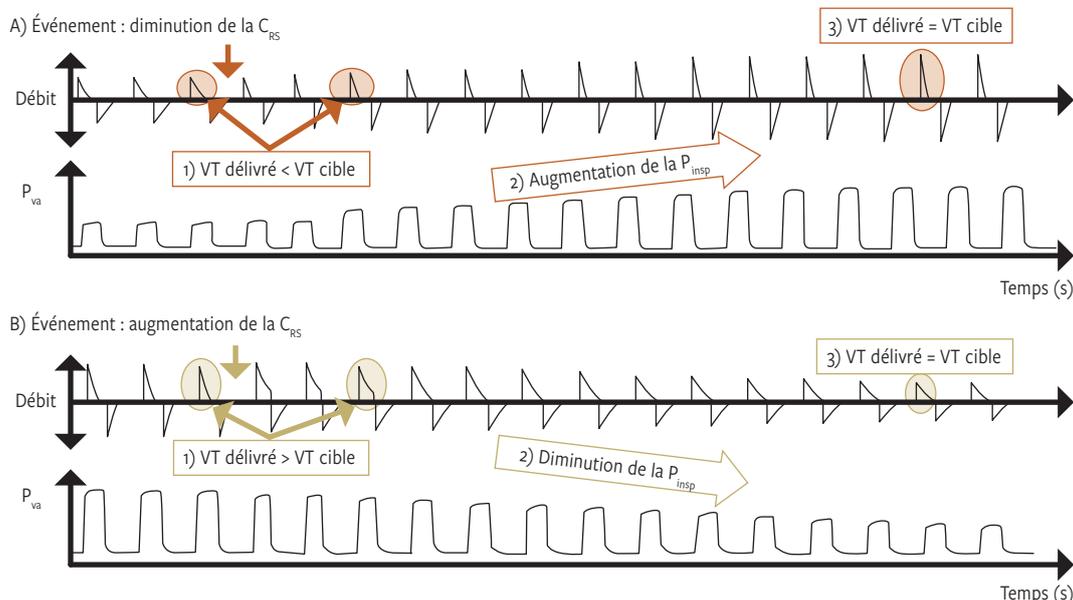
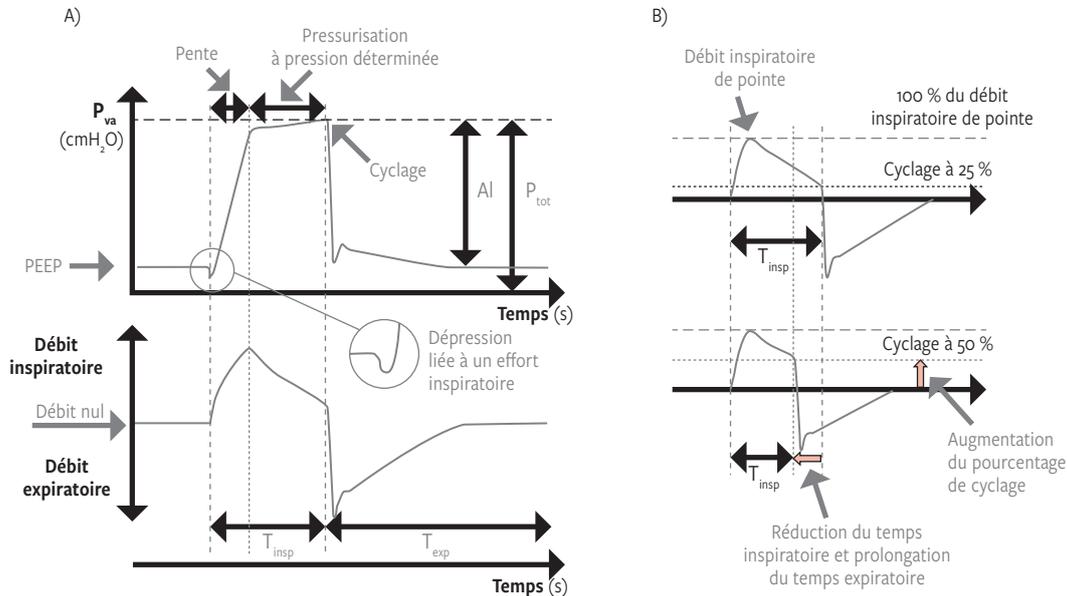


FIG 5 Cycle respiratoire en aide inspiratoire

La figure illustre également le cyclage inspiro-expiratoire. Aspect des courbes de pression et de débit (A) et illustration du réglage du cyclage expiratoire (B). AI: aide inspiratoire; PEEP: pression téléexpiratoire positive; P_{tot} : pression inspiratoire totale; P_{va} : pression dans les voies aériennes; T_{exp} : temps expiratoire; T_{insp} : temps inspiratoire.



consigne de cyclage est élevée (en pourcentage du débit inspiratoire de pointe) plus le cyclage est précoce et plus le T_{insp} est court. En cas d'absence prolongée d'effort inspiratoire, le ventilateur passe automatiquement dans un mode assisté-contrôlé. On parle de ventilation d'apnée. Le délai d'activation de la ventilation d'apnée doit être réglé.

En VS-AI, le VT, la FR et la ventilation minute doivent être monitorés. Le confort du patient est un autre facteur important à surveiller. Une assistance insuffisante peut se manifester par des signes cliniques de détresse respiratoire, comme la tachypnée, l'utilisation des muscles accessoires ou encore

l'agitation. À l'inverse, une assistance excessive peut se manifester par une bradypnée, des apnées, des VT excessifs ou encore une hyperinflation à l'origine d'efforts inefficaces. Une assistance adéquate est le résultat d'un réglage judicieux de la sensibilité du trigger inspiratoire, du niveau d'assistance ainsi que du cyclage expiratoire. Ces réglages nécessitent la présence du soignant au lit du malade, en associant l'observation clinique et l'analyse des courbes affichées par le ventilateur.^{10,11}

En guise de résumé, le **tableau 3** synthétise, pour chaque mode, les paramètres réglés et monitorés. Il propose également

TABLEAU 3 Réglages initiaux suggérés en présence d'une mécanique ventilatoire normale

Paramètres réglés en bleu et monitorés en vert.

AI: aide inspiratoire; PAC: pression assistée-contrôlée; PEEP: pression téléexpiratoire positive; T_{insp} : temps inspiratoire; VAC: volume assisté-contrôlé; VM: ventilation minute; VS-AI: ventilation spontanée avec aide inspiratoire.

	VAC	PAC	Modes mixtes	VS-AI
FI_{O_2}	Selon saturation ou PaO_2 cible			
PEEP	5-8 cmH_2O			
Trigger	En débit, le plus sensible possible sans autodéclenchement (généralement 1-3 l/min)			
Montée en pression	100-150 ms			
P_{insp} (PAC) ou AI (VS-AI)		5-20 cmH_2O		5-20 cmH_2O
P_{plat} (VAC) ou pression téléinspiratoire en occlusion (modes mixtes)	< 28 cmH_2O		< 28 cmH_2O	
VT	6-8 ml/kg	Cible 6-8 ml/kg	6-8 ml/kg	Cible 6-8 ml/kg
Durée du plateau	10% du temps inspiratoire			
Cyclage	Basé sur une consigne de temps (I:E = 1:2 ou T_{insp} 0,8 - 1,2 sec)			25-30% du débit inspiratoire de pointe
FR	12-25/minute (titré selon la VM cible et la $PaCO_2$)			Cible < 30 min

des suggestions de réglage initiaux, valables en l'absence d'anomalies majeures de la mécanique respiratoire.

CONCLUSION

De nombreux modes ventilatoires sont disponibles. La compréhension de la combinaison entre le mode de délivrance de la ventilation (pression ou volume) et le mode de déclenchement (par le ventilateur ou le patient) permet de comprendre la majorité des modes ventilatoires d'usage courant, d'effectuer des réglages adéquats et de prévenir volo et barotraumatisme.

Conflits d'intérêts: Le Pr Thierry Fumeaux est employé par Acthera Therapeutics Ltd et Kinarus AG. La Dre Lise Piquiloud a reçu des honoraires pour participation comme oratrice à des symposiums scientifiques organisés par Hamilton, Getinge et General Electrics, et reçoit un support pour un projet de recherche par Dräger. Elle a assuré une activité de consultante pour Löwenstein. Le

Pr Jean-Daniel Cliche a reçu des honoraires pour participation comme orateur à des symposiums scientifiques organisés par General Electrics et a assuré une activité de consultant pour General Electrics. Les autres auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

IMPLICATIONS PRATIQUES

- La prise en charge du patient ventilé nécessite une compréhension du mode ventilatoire utilisé
- On distingue les modes barométriques des modes volumétriques
- Les paramètres réglés doivent être distingués de ceux monitorés
- La ventilation peut être contrôlée, assistée-contrôlée ou assistée, en fonction de la capacité du patient à déclencher le ventilateur et à assurer une ventilation minute suffisante

1 *Cabrio D, Rey A, Bonnemain J, et al. Monitoring de la mécanique respiratoire chez le patient ventilé : comment procéder au lit du malade. *Rev Med Suisse* 2022;18:292-7.

2 **Rittayamai N, Katsios CM, Beloncle F, et al. Pressure-Controlled vs Volume-Controlled Ventilation in Acute Respiratory Failure: A Physiology-Based Narrative and Systematic Review. *Chest* 2015;148:340-55.

3 **Mercat A. Les modes ventilatoires. In: Brochard L, Mercat A, Richard JCM. *Ventilation artificielle. De la physiologie à*

la pratique. Paris: Elsevier Masson, 2008; p. 23-50.

4 De Wit M, Miller KB, Green DA, et al. Ineffective Triggering Predicts Increased Duration of Mechanical Ventilation. *Crit Care Med* 2009;37:2740-5.

5 Blanch L, Villagra A, Sales B, et al. Asynchronies during Mechanical Ventilation Are Associated with Mortality. *Intensive Care Med* 2015;41:633-41.

6 Hill LL, Pearl RG. Flow Triggering, Pressure Triggering, and Auto-triggering during Mechanical Ventilation. *Crit Care Med* 2000;28:579-81.

7 Jaber S, Sebbane M, Verzilli D, et al. Adaptive Support and Pressure Support Ventilation Behavior in Response to Increased Ventilatory Demand. *Anesthesiology* 2009;110:620-7.

8 *Jolliet P, Tassaux D. Clinical Review: Patient-Ventilator Interaction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Crit Care* 2006;10:236.

9 Bonmarchand G, Chevron V, Chopin C, et al. Increased Initial Flow Rate Reduces Inspiratory Work of Breathing during Pressure Support Ventilation in Patients with Exacerbation of Chronic Obstructive

Pulmonary Disease. *Intensive Care Med* 1996;22:1147-54.

10 Thille AW, Roche-Campo F, Brochard L. Ten Reasons to Be More Attentive to Patients When Setting the Ventilator. *Intensive Care Med* 2016;42:572-5.

11 Hamahata NT, Sato R, Daoud EG. Go with the Flow-Clinical Importance of Flow Curves during Mechanical Ventilation: A Narrative Review. *Can J Respir Ther* 2020;56:11-20.

* à lire
** à lire absolutement