

CHAPITRE 66

Principes généraux de réglage des modes contrôlés et assistés

L. Piquilloud, D. Cabrio

PLAN DU CHAPITRE

Introduction

Classification des modes ventilatoires de base

Réglages initiaux des modes ventilatoires conventionnels et adaptations ultérieures

Conclusion

Introduction

Les modes ventilatoires de base sont la ventilation en volume (assisté) contrôlé (VAC), la ventilation en pression (assistée) contrôlée (PAC) et la ventilation assistée en pression (ou ventilation en aide inspiratoire [AI]). Ils sont disponibles sur tous les ventilateurs récents de réanimation mais leur dénomination peut varier en fonction de l'appareil utilisé. Pour la pratique clinique, il est important de connaître les principes généraux des modes ventilatoires de base et leurs réglages spécifiques. Il est également utile de connaître l'interface du ou des ventilateurs que l'on utilise et les dénominations utilisées par ce ou ces appareils.

Classification des modes ventilatoires de base

Modes contrôlés, assistés-contrôlés et assistés

En fonction des participations respectives du patient et du ventilateur à la ventilation minute totale, on distingue trois types de modes ventilatoires. Il s'agit des modes contrôlés, assistés-contrôlés et assistés.

Modes contrôlés

Les modes ventilatoires conventionnels les plus élémentaires sont les modes contrôlés. Lorsqu'un mode contrôlé est utilisé, l'ensemble de la ventilation minute est assuré par le ventilateur. Le patient n'a pas la possibilité de déclencher le ventilateur.

En ventilation contrôlée, le clinicien règle le niveau d'assistance et la fréquence respiratoire (FR) de façon à délivrer une ventilation minute (produit du volume courant -VC- délivré et de la FR) cible. Le clinicien règle également la proportion du cycle respiratoire dédiée à l'inspiration et à l'expiration en réglant, par exemple, un temps inspiratoire (dont la valeur physiologique est de l'ordre

de 800-1000 ms) ou un rapport I/E (dont la valeur physiologique est de l'ordre de 1/2). Comme pour tous les modes de ventilation conventionnels, dans les modes purement contrôlés, le clinicien règle également la fraction inspirée d'oxygène (FiO_2) en fonction de la cible de saturation transcutanée en oxygène ou de pression partielle en oxygène dans le sang artériel et la pression expiratoire positive (PEP).

Modes assistés contrôlés

La plupart des ventilateurs actuellement disponibles dans les unités de réanimation ne possèdent pas de mode ventilatoire purement contrôlé mais uniquement des modes assistés-contrôlés. En mode assisté-contrôlé, le clinicien règle, comme en modes contrôlé, le niveau d'assistance délivré et la fréquence respiratoire de façon à déterminer la ventilation minute minimale délivrée par le ventilateur. En mode assisté-contrôlé, le patient a, de plus, la possibilité de déclencher le ventilateur et ainsi de recevoir des cycles d'assistance supplémentaire par rapport à ce qui a été réglé par le clinicien. Dans les modes assistés-contrôlés conventionnels (VAC et PAC), lorsque le patient déclenche le ventilateur, il reçoit un cycle respiratoire identique aux cycles déclenchés par le ventilateur (même niveau d'assistance), indépendamment de l'intensité de son effort respiratoire.

Dans des modes assistés-contrôlés, le clinicien règle donc le niveau d'assistance et la FR minimale imposée en fonction de la ventilation minute minimale ciblée. Il règle également la proportion du cycle respiratoire dédiée à l'inspiration et à l'expiration (*cf.* mode contrôlé), la FiO_2 et la PEP.

En ventilation assistée-contrôlée, en plus des réglages qui viennent d'être mentionnés, le clinicien doit régler la sensibilité du seuil de déclenchement (ou « trigger inspiratoire »). Il est recommandé de régler le trigger inspiratoire à la valeur la plus sensible possible afin de limiter l'effort que doit fournir le patient pour déclencher le ventilateur. Il faut néanmoins éviter de choisir un seuil trop sensible afin de prévenir la survenue d'auto-déclenchements, c'est-à-dire de cycles ventilatoires délivrés sans demande du patient. En effet, lorsque le seuil de trigger est réglé de manière trop sensible, des faibles variations de pression ou de débit dans le circuit peuvent entraîner des auto-déclenchements. Ceci peut être lié, par exemple, à la présence d'eau dans le circuit de ventilation ou à des variations de pression intra-thoracique secondaires à la présence de contractions cardiaques de forte intensité en cas d'hyperdynamisme [1].

En fonction du type de signal utilisé par la machine pour détecter l'effort généré par le patient, il existe deux modalités de réglage du seuil de déclenchement du ventilateur, le trigger en débit et le trigger en pression. Sur les ventilateurs d'ancienne génération, la modalité en débit était plus sensible que la modalité en pression [2, 3]. Même si la différence de sensibilité entre trigger en débit et en pression est infime voire inexistante sur les ventilateurs de nouvelle génération, il est usuel d'utiliser le trigger en débit. Une valeur de l'ordre de 1 à 2 L/min est habituellement adaptée en ventilation invasive.

Il est important de souligner que les modes dits « contrôlés » des ventilateurs récents de réanimation sont en fait des modes assistés-contrôlés puisque, par défaut, leurs paramétrages permettent au patient de déclencher le ventilateur. Sur la plupart des ventilateurs récents de réanimation, pour délivrer une ventilation purement contrôlée, il est nécessaire de désactiver la fonction de déclenchement, ce qui n'est habituellement pas recommandé.

Modes assistés

Les modes assistés ne peuvent être utilisés que si le patient ventilé présente une activité respiratoire spontanée. En effet, le patient doit, avec les modes assistés, déclencher le ventilateur pour recevoir une assistance. En l'absence d'effort inspiratoire, le ventilateur ne délivre aucun cycle respiratoire. À noter cependant que, pour des raisons de sécurité, si l'absence d'effort inspiratoire se prolonge, le ventilateur passe automatiquement dans un mode assisté-contrôlé (ventilation d'apnée).

Dans les modes assistés, la fréquence respiratoire est déterminée par le patient. En ventilation assistée, le clinicien doit régler le niveau d'assistance, le seuil de déclenchement et la transition entre inspiration et expiration.

En pratique clinique, le mode conventionnel de ventilation assistée est la pression assistée ou aide inspiratoire (AI) [4]. Les réglages détaillés de ce mode sont décrits plus loin dans ce chapitre.

Modes volumétriques et barométriques

L'assistance ventilatoire peut être délivrée en volume ou en pression. On distingue ainsi les modes volumétriques et les modes barométriques. Quel que soit le mode ventilatoire utilisé, il faut distinguer la variable réglée par le clinicien (variable indépendante) et la variable résultant de l'interaction entre le ventilateur et le système respiratoire du patient (variable dépendante). Cette variable dépend de la mécanique respiratoire du patient (compliance et résistance). Elle doit être monitorée en continu. Pour des raisons de sécurité, les ventilateurs disposent d'alarmes permettant de détecter les changements de la variable dépendante. Ces alarmes doivent faire l'objet de réglages adéquats.

Modes en volume (modes volumétriques)

Lorsqu'un mode volumétrique est utilisé, le clinicien règle le VC délivré. Le VC est l'intégrale du débit inspiratoire en fonction du temps. Techniquement, ce sont cependant les paramètres du débit inspiratoire qui sont réglés sur le ventilateur. Concrètement, le clinicien règle plusieurs paramètres caractérisant le débit inspiratoire. Le ventilateur détermine les autres paramètres de manière à délivrer le VC réglé. Le clinicien règle tout d'abord le profil du débit inspiratoire (constant ou non). L'utilisation d'un débit constant (ou rectangulaire) est habituellement recommandée car elle permet un monitoring aisé de l'évolution de la mécanique respiratoire au cours du temps. L'utilisation d'un débit inspiratoire décélérant permet de réduire les pressions de crête, mais empêche le monitoring en continu de la mécanique ventilatoire, en particulier le monitoring de la résistance des voies aériennes. L'utilisation d'un débit décélèrent n'a pas été montrée supérieure à l'utilisation d'un débit constant.

En plus du profil du débit, le clinicien règle deux des paramètres suivants (en fonction des ventilateurs) : l'intensité du débit inspiratoire, le temps inspiratoire, le rapport entre temps inspiratoire et temps expiratoire (I/E) et la présence d'une pause télé-inspiratoire (période sans débit résiduel en fin d'inspiration lorsque la totalité du VC a été délivré). Les deux paramètres restant non déterminés par le clinicien découlent des réglages effectués (y compris la fréquence respiratoire) de manière à ce que le VC cible puisse être délivré par le ventilateur.

Concrètement, sur certains ventilateurs, le clinicien doit régler le VC désiré, la FR, l'intensité du débit inspiratoire et le temps de plateau. Le temps inspiratoire et le rapport I/E sont alors fixés par le ventilateur. Lorsqu'il est possible de régler l'intensité du débit inspiratoire, une valeur de débit de 60 L/min, proche d'un débit physiologique, est habituellement recommandée. Sur d'autres ventilateurs, le clinicien doit régler le VC désiré, la FR, le débit inspiratoire et le temps inspiratoire. Il en résulte un temps de plateau et un rapport I/E fixés par le ventilateur. Sur d'autres ventilateurs encore, le clinicien règle le VC, la FR, le temps de plateau et le I/E. Dans cette situation, l'intensité du débit inspiratoire et le temps inspiratoire sont la conséquence des réglages de VC, FR, temps de plateau et I/E.

Dans les modes en volume, la pression dans les voies aériennes (P_{va}) est la variable dépendante résultant de l'interaction entre les réglages effectués sur le ventilateur et le système respiratoire du patient. La P_{va} doit être monitorée en continu lorsqu'on utilise un mode volumétrique puisque toute variation de P_{va} au cours de l'inspiration reflète une modification de la mécanique du système respiratoire.

Si on occlut le circuit de ventilation au niveau du ventilateur, grâce à l'équilibration des pressions, la pression mesurée par le ventilateur correspond à la pression dans les alvéoles. Si l'on réalise une occlusion en fin d'inspiration (manœuvre d'occlusion télé-inspiratoire ou « pause inspiratoire » ou « maintien inspiratoire »), on peut ainsi mesurer la pression régnant dans les alvéoles en fin d'inspiration. Cette pression correspond à la pression de plateau (P_{plat}). La P_{plat} est le déterminant du barotraumatisme au niveau alvéolaire. Elle dépend de la distensibilité du système respiratoire (compliance), du volume courant et de la pression qui règne dans les alvéoles en fin d'expiration. La P_{plat} doit être monitorée pour s'assurer de délivrer une ventilation non lésionnelle (cible $P_{plat} < 30$ cmH₂O).

En programmant une pause télé-inspiratoire systématique à la fin de chaque cycle ventilatoire, il est possible d'estimer la P_{plat} (mesure dynamique de P_{plat}). Si la durée de la pause télé-inspiratoire est trop courte pour permettre l'équilibration des pressions, la P_{plat} dynamique peut surestimer la valeur réelle de la P_{plat} à l'équilibre.

La pression maximale au cours de l'inspiration est appelée pression de crête ($P_{\text{crête}}$) ou pression de pic. Sa valeur résulte à la fois de la valeur de P_{plat} et de la composante résistive du système respiratoire engendrée par le passage de l'air dans les voies aériennes. La différence entre $P_{\text{crête}}$ et P_{plat} est appelée pression résistive.

Les courbes de débit et de pression en fonction du temps (courbes en traits pleins) lors d'une ventilation en volume avec et sans pause télé-inspiratoire systématique sont illustrées dans la [figure 66.1](#) pour un patient avec une mécanique respiratoire physiologique (à gauche), obstructive (au centre) et restrictive (à droite). La pression alvéolaire (théorique) est représentée sur les cycles respiratoires de la [figure 66.1](#) en traits tirés.

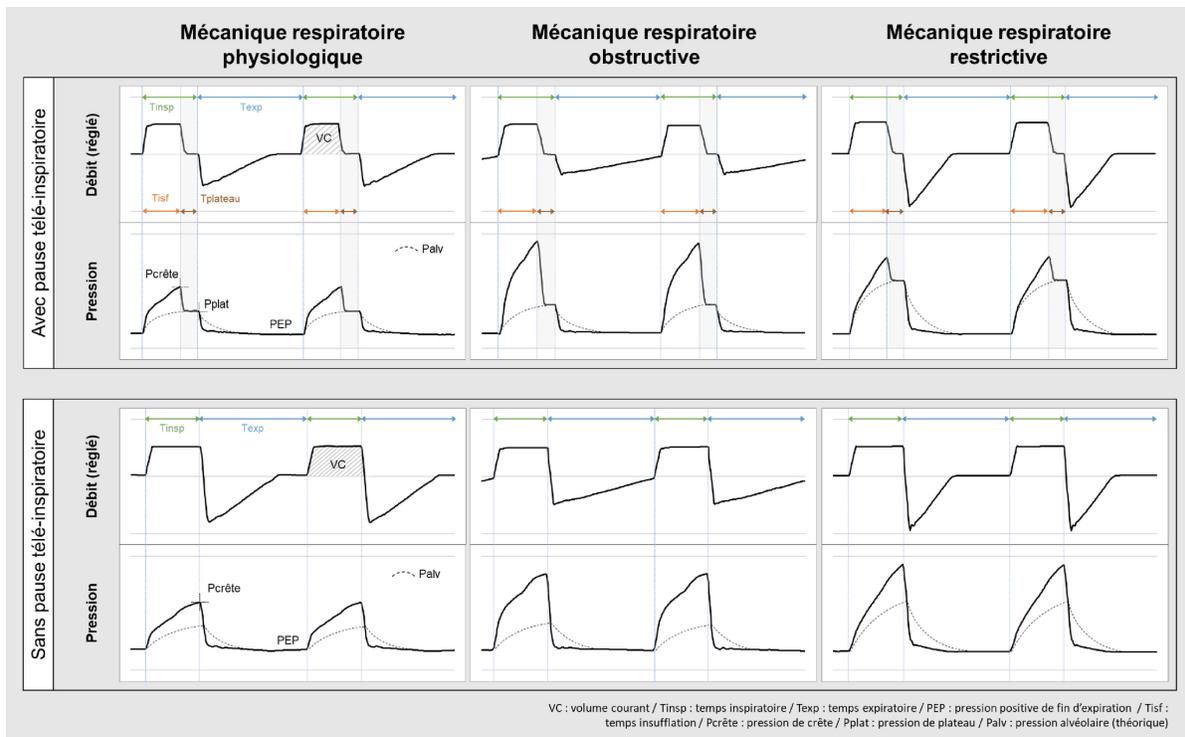


FIG. 66.1 Ventilation en volume contrôlé

Avec les modes volumétriques, en effectuant des pauses télé-inspiratoire et télé-expiratoire, il est possible de mesurer aisément la compliance statique et la résistance du système respiratoire. Ceci est détaillé dans la rubrique « calcul de la compliance et de la résistance du système respiratoire en mode volume contrôlé ».

Calcul de la compliance et de la résistance du système respiratoire en mode volume contrôlé

Compliance

La compliance (C) représente la distensibilité du système respiratoire du patient ; son inverse, l'élastance (E), est aussi utilisée. La compliance est définie comme un changement d'unité de volume par changement d'unité de pression :

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{1}{E}$$

Dans le cas d'un patient ventilé invasivement, ΔV est le volume courant (VC) et ΔP la pression motrice. La pression motrice est la pression effective déplaçant un volume dans le système respiratoire. Elle correspond à la différence entre la pression de plateau (P_{plat}) et la PEP totale. La P_{plat} s'obtient en effectuant une occlusion (ou maintien) télé-inspiratoire ou peut être estimée en réglant un temps de plateau (temps en occlusion) en fin d'inspiration (mesure dynamique).

Les valeurs suivantes sont nécessaires pour calculer la compliance :

- pause télé-inspiratoire ou réglage d'un temps de plateau par défaut : P_{plat} ;
- pause télé-expiratoire : PEP totale ;
- écran de monitoring du ventilateur : VC.

Le calcul s'effectue ainsi :

$$C \left[\text{mL} \cdot \text{cm H}_2\text{O}^{-1} \right] = \frac{VC \text{ [mL]}}{P_{plat} - PE P_{tot} \text{ [cm H}_2\text{O]}}$$

Résistance

Une résistance est définie comme un changement de pression lors du passage d'un fluide (débit – Q) dans un conduit :

$$R = \frac{\Delta P}{Q}$$

Appliquée au système respiratoire, cette équation représente le ratio de la pression résistive (correspondant à la différence entre pression de crête et P_{plat}) et du débit inspiratoire. Pour le calcul de la résistance, l'unité de débit inspiratoire utilisée est le L/s (60 L/min = 1 L/s). Dans le cas de la ventilation en volume contrôlé à profil de débit constant, la résistance mesurée est la résistance inspiratoire moyenne.

Les valeurs suivantes sont nécessaires pour le calcul de la résistance :

- écran de monitoring du ventilateur : pression de crête ;
- pause télé-inspiratoire ou réglage d'un temps de plateau par défaut: P_{plat} ;
- écran de monitoring du ventilateur ou réglage (selon le ventilateur) : débit inspiratoire.

Le calcul est :

$$R \left[\text{cm H}_2\text{O} \cdot \text{s} \cdot \text{L}^{-1} \right] = \frac{P_{cr \hat{e} te} - P_{plat} \left[\text{cm H}_2\text{O} \right]}{Q \left[\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \right]}$$

Modes barométriques (ou modes en pression)

En ventilation conventionnelle, dans les modes en pression, le niveau de pression inspiratoire est déterminé par le clinicien en fonction du VC ciblé. La rapidité de pressurisation correspond au laps de temps entre le début de la pressurisation et la pression inspiratoire réglée. Ce paramètre peut en général être réglé sur le ventilateur. On parle parfois de « pente » pour le décrire. En ventilation invasive, il est important de régler un temps entre début de pressurisation et atteinte de la pression cible suffisamment court (50-100 ms). Dans les modes en pression, en plus de la pression inspiratoire et de la pente, le clinicien régule également la transition entre inspiration et expiration, la FiO₂ et le PEP.

Dans les modes en pression, la pression inspiratoire (P_{insp}) est le paramètre réglé (indépendant). Le débit inspiratoire est la variable résultante (dépendante). L'intégrale du débit inspiratoire en fonction du temps (aire sous la courbe) correspond au VC (cf. [figure 66.3](#)). Le VC est donc, comme le débit, une variable dépendante dans les modes en pression. Un changement de mécanique respiratoire sans modification des réglages du ventilateur se traduit, dans les modes barométriques par une modification de la courbe de débit en fonction du temps et par une variation du VC. En présence d'une ventilation en pression, il est important de monitorer le VC et/ou la ventilation minute, produit du VC et de la FR, puisque pour une pression inspiratoire donnée, toute modification de mécanique respiratoire entraîne une modification du VC. Les courbes de débit et pression des voies aériennes en mode barométrique sont illustrés à la [figure 66.5](#).

Dans les modes barométriques, lorsque le temps inspiratoire est suffisamment long pour permettre l'équilibration entre la pression insufflée et la pression alvéolaire (c'est-à-dire que le débit inspiratoire devient nul avant la fin du temps inspiratoire), la P_{plat} est égale à la pression inspiratoire réglée ([figure 66.2 « A »](#)). Ce n'est pas le cas si le temps inspiratoire réglé ne permet pas l'annulation du débit en fin d'inspiration ; [figure 66.2 « B »](#)). Dans ce cas, la mesure de la P_{plat} requiert la réalisation d'une occlusion télé-inspiratoire. Le temps inspiratoire minimal permettant d'obtenir une équilibration entre pression insufflée et pression alvéolaire dépend du produit de la compliance et de la résistance, c'est-à-dire de la constante de temps inspiratoire.

En AI, le ventilateur délivre une pressurisation uniquement en réponse à une demande inspiratoire du patient [5]. Le clinicien a pour tâche de sélectionner le niveau d'AI de telle façon à obtenir un volume courant de l'ordre de 6-8 mL/kg de poids prédit et une fréquence respiratoire inférieure à 25-30 cycles par minute. En ventilation en pression assistée, le clinicien règle également la rapidité de la pressurisation (ou « pente inspiratoire »), de la même manière que dans les modes barométriques assistés-contrôlés. Une valeur de 100 ms est en général adéquate en ventilation invasive [6, 7]. En ventilation en AI, la FR dépend de la demande du patient. En AI, le clinicien ne peut donc pas déterminer à priori une fréquence respiratoire, une ventilation minute minimale, un temps inspiratoire ou un rapport I/E. En AI, la transition inspiro-expiratoire ne résulte donc pas d'un réglage direct ou indirect du temps comme dans les modes (assistés) contrôlés. Cette transition est réalisée par le ventilateur au moyen d'une analyse continue du débit inspiratoire. Le ventilateur détecte la valeur maximale du débit inspiratoire, atteinte précocement au cours de l'inspiration, puis en mesure la décroissance. Lorsque, au cours de sa phase de décroissance, le débit inspiratoire atteint un pourcentage seuil prédéterminé du débit inspiratoire maximal (physiologiquement 25 % environ), le ventilateur interrompt la phase de pressurisation et laisse le patient expirer passivement. Le pourcentage seuil du débit inspiratoire maximal correspondant à la transition inspiro-expiratoire est appelé arrêt de cycle, trigger expiratoire ou encore cyclage expiratoire. Au besoin, la valeur par défaut (25 à 30 %) peut être modifiée par le clinicien. Comme pour les modes assistés contrôlés, en AI, le clinicien a pour tâche de régler les paramètres d'oxygénation (FiO_2 et PEP) et la sensibilité du seuil de déclenchement (ou trigger inspiratoire). Ce seuil doit être le plus sensible possible pour limiter au maximum l'effort que doit fournir le patient pour déclencher le ventilateur, mais ne doit pas être trop sensible, de façon à éviter la survenue d'auto-déclenchements. La modalité de déclenchement en débit est habituellement préférée en première intention par rapport à la modalité en pression. Une valeur de l'ordre de 1 à 2 L/min est habituellement adéquate. La [figure 66.4](#) illustre des cycles ventilatoires en AI et met en évidence les paramètres que le clinicien doit régler en AI. Dans la séquence d'apparition au cours du cycle respiratoire, il s'agit du seuil de déclenchement ou trigger inspiratoire, de la rapidité de pressurisation ou « pente », du niveau d'AI et du critère d'arrêt de cycle ou trigger expiratoire.

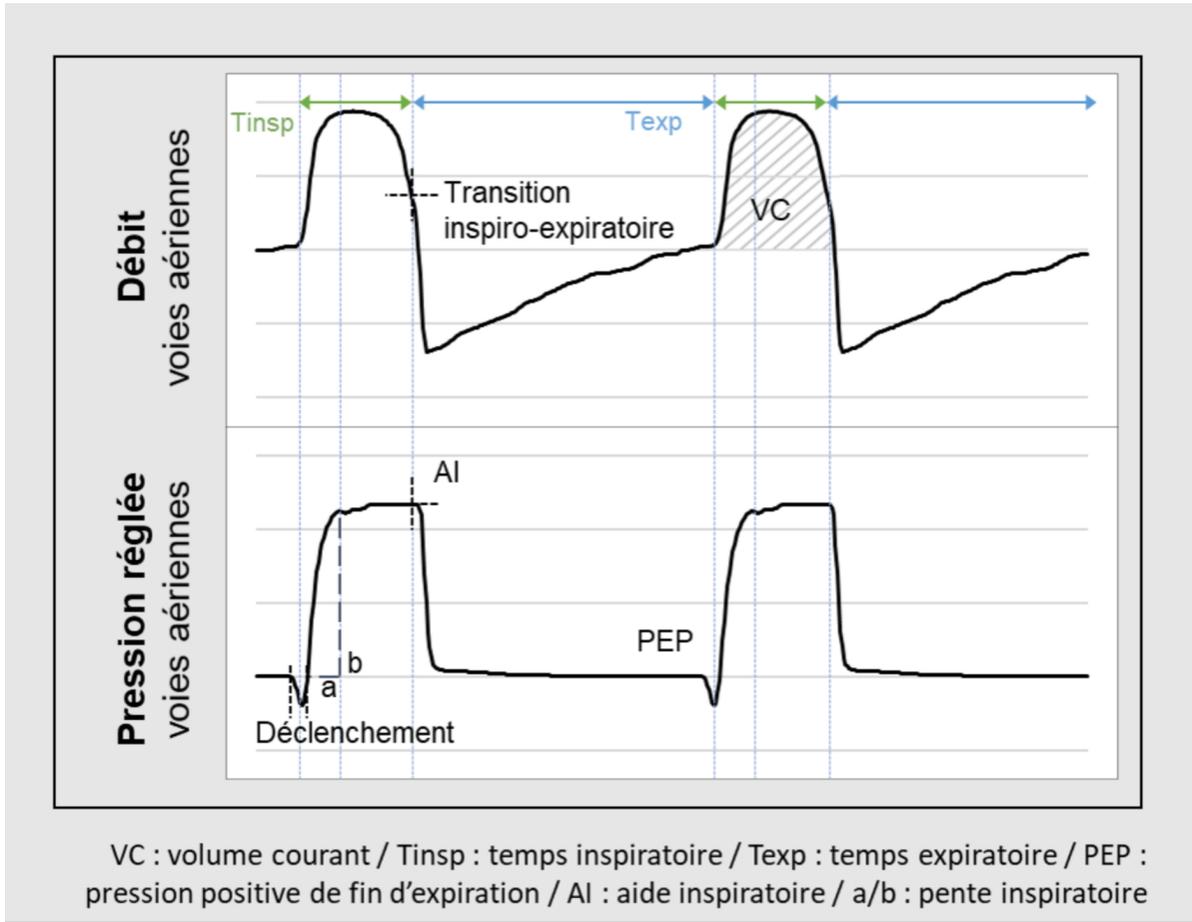


FIG. 66.4 Ventilation en pression assistée

La [figure 66.5](#) résume les paramètres réglés et les variables à monitorer dans les modes assistés-contrôlés volumétrique et barométrique, ainsi qu'en aide inspiratoire (pression assistée).

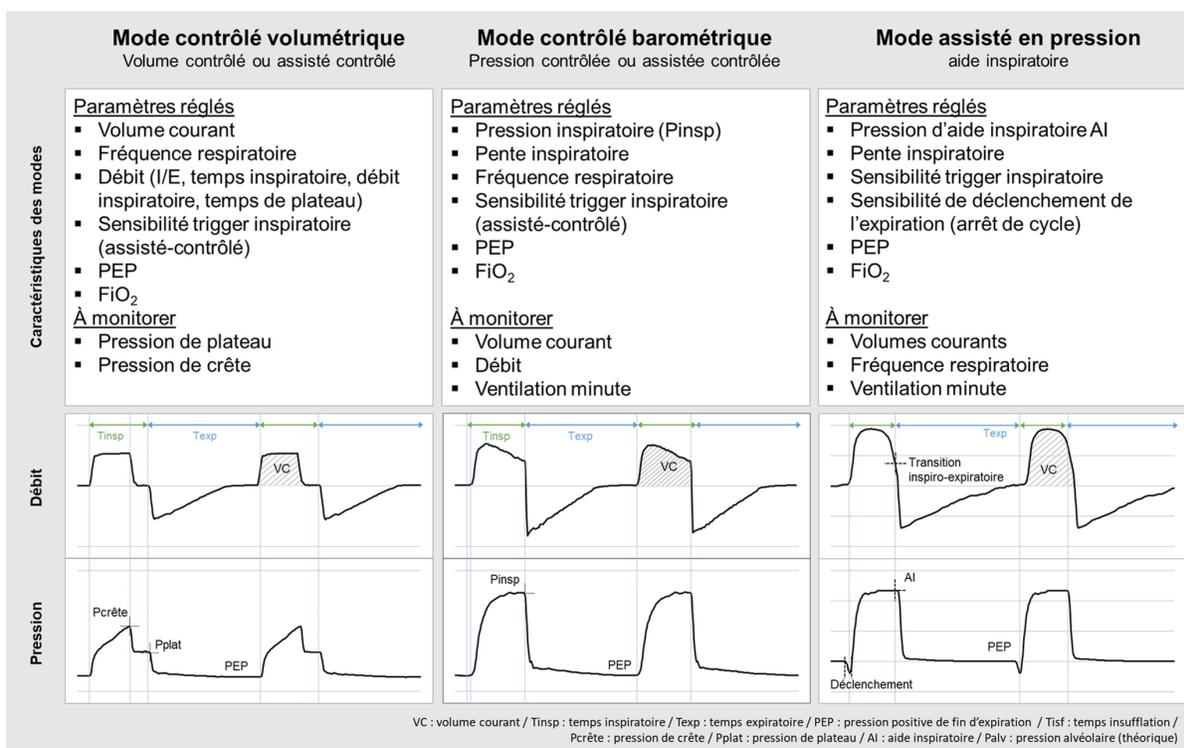


FIG. 66.5 Paramètres réglés, monitorés des modes volume assisté-contrôlé, pression assisté-contrôlé et aide inspiratoire (pression assistée)

Réglages initiaux des modes ventilatoires conventionnels et adaptations ultérieures

Immédiatement après l'intubation, le patient étant curarisé, seul un mode contrôlé, en volume ou en pression, peut être utilisé. Les réglages initiaux du ventilateur visent à délivrer une ventilation minute adéquate et une oxygénation suffisante. Ces réglages initiaux seront ensuite adaptés en fonction de la pathologie du patient, de sa mécanique respiratoire et des gaz du sang.

En réanimation, immédiatement après l'intubation, il est raisonnable de régler la FiO₂ à 100 %. Une PEP à 5 cmH₂O permet en général d'éviter une importante compromission hémodynamique secondaire à une diminution du retour veineux tout en évitant un dérecrutement chez la plupart des patients. Les valeurs initiales de ventilation minute à régler ne font l'objet d'aucun consensus. Un niveau d'assistance permettant d'obtenir un VC de l'ordre de 8 mL/kg de poids prédit et une fréquence respiratoire physiologique de 15/minute peuvent être recommandés comme réglages initiaux. Un temps inspiratoire de 1 seconde ou un rapport I/E de 1/2 [8] ainsi qu'un seuil de déclenchement en débit de 1 à 2 L/min peuvent également être recommandés initialement. Si l'option de réglage d'un plateau inspiratoire systématique est disponible, un temps de plateau correspondant à 10 % de la durée totale de pressurisation permet en général de monitorer en continu la P_{plat} de façon fiable.

Une fois le patient stabilisé après l'intubation, la FiO₂ devrait être diminuée rapidement en fonction de la saturation transcutanée en oxygène (SpO₂) cible. Même si la SpO₂ cible reste matière à controverse, en fonction des situations cliniques, une valeur > 90-92 % est habituellement considérée comme adéquate. En ce qui concerne la PEP, elle sera à adapter en fonction de la pathologie du patient et de son état hémodynamique. La question du réglage précis de la PEP est au-delà des objectifs de ce chapitre.

La ventilation minute (produit du VC et de la FR) ainsi que le temps inspiratoire ou le rapport I/E sont à adapter en fonction de la pathologie du patient, de sa mécanique respiratoire et des gaz du sang. La ventilation minute peut être adaptée en modifiant le niveau d'assistance et/ou la fréquence

respiratoire. En ce qui concerne le niveau d'assistance, en cas de syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), il est recommandé de cibler un VC à 6 mL/kg de poids prédit et une pression de plateau inférieure à 28-30 cmH₂O [9]. En France, en cas de SDRA, c'est principalement la ventilation en volume assisté contrôlé qui est actuellement utilisée, essentiellement en raison de la possibilité de monitorer aisément compliance statique et résistance avec ce mode ventilatoire. En dehors de la situation du SDRA, l'administration de VC supérieurs à 8 mL/kg de poids prédit devrait être évitée pour limiter le risque de survenue de lésions liées à la ventilation [10]. Des VC égaux ou supérieurs à 10 mL/kg de poids prédit doivent être évités dans tous les cas [11].

Si l'on augmente la FR dans le but d'augmenter la ventilation minute, il convient d'être attentif au risque de survenue de rétention gazeuse. Consécutive à un temps expiratoire trop court par rapport à la constante de temps du système respiratoire, la rétention gazeuse en fin d'expiration peut conduire à une surdistension pulmonaire, à une péjoration des rapports ventilation-perfusion, à une réduction marquée du retour veineux et, à l'extrême, à des barotraumatismes. Une courbe de débit expiratoire ne retournant pas à 0 en fin d'expiration est suggestive d'un phénomène de rétention gazeuse, comme illustré pour la situation de mécanique obstructive dans les figures 66.1 et 66.3. La présence d'une rétention gazeuse en fin d'expiration peut être objectivée et quantifiée en réalisant manuellement une pause expiratoire, au moyen de la fonction dédiée disponible sur les ventilateurs. Lors de cette manœuvre, la présence d'une rétention gazeuse se traduit par une augmentation de la pression de fin d'expiration, bien visible et mesurable sur la courbe de pression en fonction du temps. Dans cette situation, il convient de réduire la durée du temps inspiratoire, d'augmenter la valeur du rapport I/E ou encore de réduire la FR.

À distance de l'intubation, en phase de sevrage de la ventilation mécanique, la ventilation en pression assistée ou AI est habituellement utilisée. Comme réglages de base, outre le seuil de déclenchement le plus sensible possible sans autodéclenchement (valeur de l'ordre de 1 à 2 L/min habituellement adéquate pour un trigger en débit en ventilation invasive) et la « pente » de pressurisation à 100 ms [6, 7], on peut proposer d'adapter le niveau d'AI de telle façon à cibler 6-8 mL/kg de poids prédit et une fréquence respiratoire inférieure à 25 (maximum 30) cycles par minute. Le trigger expiratoire peut être réglé initialement à 25 %. Le niveau d'AI doit ensuite être adapté de façon à éviter à la fois la sous-assistance, qui se traduit par des VC bas et une fréquence respiratoire élevée, et la surassistance qui se traduit par des VC hauts et, fréquemment, par la survenue d'efforts inspiratoires non récompensés [12]. Le trigger expiratoire est également à adapter de façon à optimiser la synchronisation patient-ventilateur. Pratiquement, au lit du patient, ceci revient le plus souvent à augmenter la valeur du trigger expiratoire chez les patients obstructifs de façon à réduire la durée de pressurisation et à faciliter un temps expiratoire plus grand. Ceci permet de limiter la rétention gazeuse [13] et la survenue de cyclages tardifs et, secondairement, de limiter la survenue d'efforts inefficaces.

Les réglages de base des modes en volume assisté contrôlé, en pression assistée contrôlée et en aide inspiratoire sont résumés dans le tableau 66.1.

Tableau 66.1**Réglages de base des modes assistés contrôlés en pression et en volume et du mode en pression assistée.**

blank cell	Pression assistée contrôlée	Volume assisté contrôlé	Pression assistée (aide inspiratoire)
Volume courant (VC)	-	- Débit inspiratoire constant - Débit inspiratoire 60 L/min si réglable - Vt cible 6-8 mL/kg poids prédit - Pause inspiratoire de 10 % de la durée totale de l'inspiration	
Pression inspiratoire	5 à 20 cmH ₂ O pour cible VC 6-8 mL/kg poids prédit	-	5 à 15 cmH ₂ O pour cible VC 6-8 mL/kg poids prédit
Fréquence respiratoire	- 12-30 cycles/min - Cave rétention gazeuse	- 12-30 cycles/min - Cave rétention gazeuse	
Rapport I/E ou Temps inspiratoire	1:2 de I/E ou 0,8 à 1 seconde de temps inspiratoire	1:2 de I/E ou 0,8 à 1 seconde de temps inspiratoire	
Trigger expiratoire			25-30 %
PEP	5-6 cmH ₂ O, plus élevée en cas d'ARDS	5-6 cmH ₂ O, plus élevée en cas d'ARDS, selon P _{plat}	5-6 cmH ₂ O
FiO ₂	Selon cible SpO ₂	Selon cible SpO ₂	Selon cible SpO ₂
Trigger inspiratoire	En débit, seuil le plus sensible possible sans auto-déclenchement	En débit, seuil le plus sensible possible sans auto-déclenchement	En débit, sensibilité maximale sans auto-déclenchement
Pente pressurisation	50-100 ms		100 ms

Conclusion

Les modes ventilatoires peuvent être contrôlés, assistés contrôlés ou assistée en fonction de la contribution du patient à la ventilation minute. On distingue les modes volumétrique (réglage du VC et du débit inspiratoire par le clinicien) et les modes barométriques (réglage de la pression inspiratoire cible par le clinicien). Quel que soit le type le mode ventilatoire choisi (volumétrique ou barométrique), il est essentiel de monitorer les paramètres non réglés (dépendants) qui résultent de l'interaction entre les réglages du ventilateur et la mécanique du système respiratoire du patient. Ceci permet de détecter rapidement des modifications de mécanique respiratoire. En pratique, les modes ventilatoires les plus utilisés sont le volume assisté contrôlé, la pression assistée contrôlée et la pression assistée ou aide inspiratoire.

Références

- [1] Imanaka H., Nishimura M., Takeuchi M., et al. Autotriggering caused by cardiogenic oscillation during flow-triggered mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2000;28(2):402–407.
- [2] Sassoon C.S. Mechanical ventilator design and function: the trigger variable. *Respir Care.* 1992;37(9):1056–1069.
- [3] Hill L.L., Pearl R.G. Flow triggering, pressure triggering, and autotriggering during mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2000;28(2):579–581.
- [4] Esteban A., Anzueto A., Alia I., et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(5):1450–1458.
- [5] Hess D.R. Ventilator waveforms and the physiology of pressure support ventilation. *Respir Care.* 2005;50(2):166–186 discussion 83–6.
- [6] 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(11):1147–1154.
- [7] Bonmarchand G., Chevron V., Menard J.F., et al. Effects of pressure ramp slope values on the work of breathing during pressure support ventilation in restrictive patients. *Crit Care Med.* 1999;27(4):715–722.
- [8] Tobin M.J. Advances in mechanical ventilation. *N Engl J Med.* 2001;344(26):1986–1996.
- [9] Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med.* 2000;342(18):1301–1308.
- [10] Lellouche F., Lipes J. Prophylactic protective ventilation: lower tidal volumes for all critically ill patients?. *Intensive Care Med.* 2013;39(1):6–15.
- [11] Determann R.M., Royakkers A., Wolthuis E.K., et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with conventional tidal volumes for patients without acute lung injury: a preventive randomized controlled trial. *Crit Care.* 2010;14(1):R1.
- [12] Thille A.W., Cabello B., Galia F., et al. Reduction of patient-ventilator asynchrony by reducing tidal volume during pressure-support ventilation. *Intensive Care Med.* 2008;34(8):1477–1486.
- [13] Tassaux D., Gannier M., Battisti A., et al. Impact of expiratory trigger setting on delayed cycling and inspiratory muscle workload. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;172(10):1283–1289.