

# AIDE INSPIRATOIRE : GADGET OU PROGRES ?

M. Wysocki, Institut Mutualiste Montsouris, Réanimation Polyvalente,  
42 bd Jourdan, 75674 Paris Cedex 14.

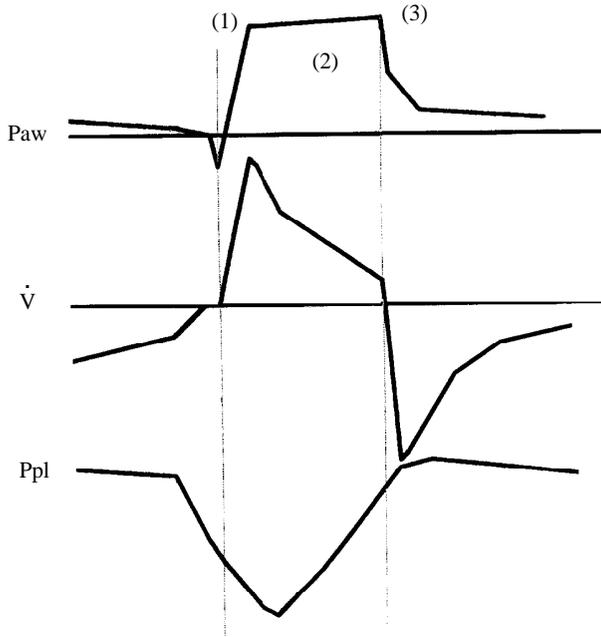
## INTRODUCTION

La définition du dictionnaire Larousse [1] du mot « gadget » est : « *petit objet nouveau et ingénieux, plus ou moins utile* ». Celle du même dictionnaire du mot progrès est : « *évolution, progression* ». Cette dernière, bien que moins précise, représente pour nous médecins et scientifiques ce que doit être un progrès : une nouveauté permettant d'évoluer et de progresser afin de mieux prendre en charge nos malades.

La question posée est donc de savoir si l'aide inspiratoire est un gadget, plus ou moins utile, voire futile, ou un réel progrès permettant de mieux prendre en charge nos malades. Après un rappel des principes de fonctionnement de l'aide inspiratoire, et plus spécifiquement des éléments déterminant l'efficacité de l'aide délivrée, nous verrons les effets physiologiques de la méthode, pour finalement vérifier si, de ces effets, un bénéfice substantiel peut être démontré pour le malade. Alors, il sera possible de répondre à la question posée.

## 1. LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

L'aide inspiratoire est un support ventilatoire partiel, durant lequel, chaque cycle déclenché par le malade est assisté en pression. Lors de l'inspiration, une pression positive est délivrée sous forme d'un plateau. L'expiration est libre et non assistée. En aide inspiratoire, le rôle du respirateur est triple : reconnaître l'inspiration spontanée du malade, obtenir et maintenir la pression constante durant l'inspiration, reconnaître la fin de l'inspiration (Figure 1)..



**Figure 1**

*En aide inspiratoire, le rôle du ventilateur est triple : reconnaître le début de l'inspiration (1) qui se fait ici sur la dépression dans les voies aériennes (Paw) secondaire à la dépression pleurale (Ppl). Le ventilateur génère un débit décélérant (V), qui permet de maintenir une pression en plateau (2) durant tout le cycle inspiratoire. La fin de l'inspiration (3) détectée sur une chute du débit et/ou fonction de la durée de l'inspiration précède l'expiration qui est libre et non assistée.*

### 1.1. RECONNAITRE LE DEBUT DE L'INSPIRATION

Bien que non spécifique de l'assistance secondaire (en pression ou en volume), la manière dont le ventilateur va reconnaître le début de l'inspiration est importante. En effet, la grande majorité des respirateurs détecte le début de l'inspiration par un signal de dépression dans les voies aériennes. Cependant, plus la dépression

nécessaire pour déclencher l'inspiration est importante, plus le travail inspiratoire du malade est important. De plus, il semble maintenant établi que le travail inspiratoire nécessaire pour initier l'inspiration pourrait être encore moindre par un déclenchement en débit [2]. Ainsi, de plus en plus de respirateurs proposent maintenant un déclenchement sur un signal de débit. En effet, tout ce qui pourrait contribuer à réduire le travail nécessaire pour déclencher le respirateur doit être recherché; inversement, un compromis doit être obtenu afin de ne pas déclencher des cycles inutiles, inconfortables pour le malade.

### 1.2. OBTENIR ET MAINTENIR LA PRESSION

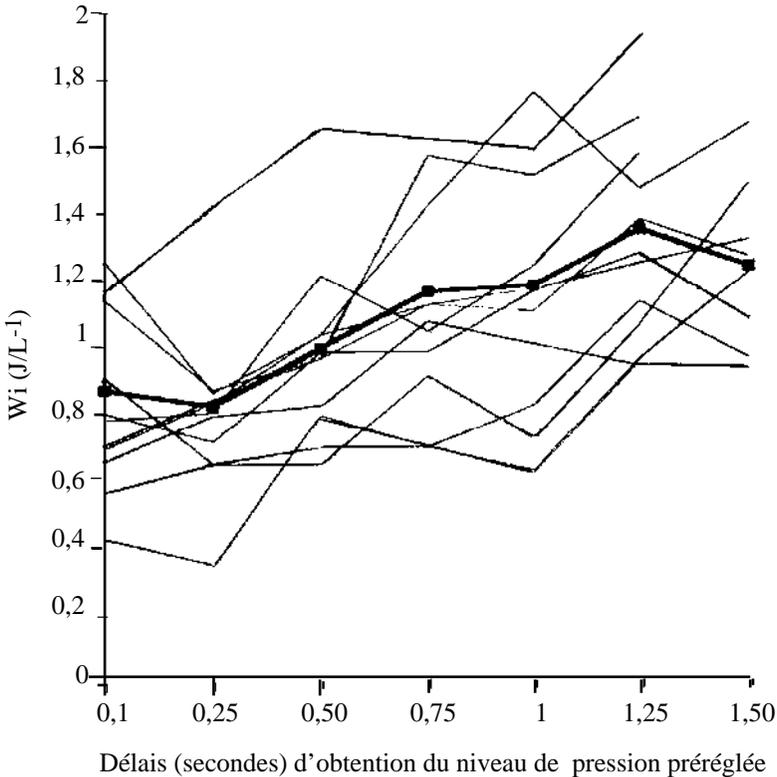
Lorsque l'inspiration est détectée, le ventilateur va générer un débit de type « décélérant », de manière à obtenir et maintenir la pression d'aide au niveau pré-réglé (Figure 1). La vitesse nécessaire à l'atteinte du niveau de pression est très variable d'un respirateur à l'autre. Chez les malades dont la durée de l'effort inspiratoire est brève ou chez ceux où le début de l'effort inspiratoire sert à vaincre une pression expiratoire positive intrinsèque (PEPi), l'assistance n'est optimale que si la montée en pression se fait rapidement, le plus tôt possible après le début de l'effort inspiratoire. Ainsi, très récemment, Bonmarchand et coll. [3] ont montré qu'en diminuant la vitesse de pressurisation et donc en allongeant le temps nécessaire pour atteindre la pression d'aide pré-réglée, le travail inspiratoire du malade augmentait de manière proportionnelle (Figure 2). Chez ces malades, atteints d'une insuffisance respiratoire chronique décompensée, avec des niveaux de PEPi importants (8 à 19 cmH<sub>2</sub>O), plus la vitesse de montée en pression était lente et plus le travail inspiratoire était important. Les mêmes constatations avaient été faites au cours du sevrage [4] et MacIntyre et coll [5], plus anciennement, avaient montré que la vitesse optimale de montée en pression était probablement très variable d'un malade à l'autre.

Le maintien de la pression, durant la phase inspiratoire, est une des caractéristiques importantes de l'aide inspiratoire. Si la plupart des respirateurs de réanimation permettent, par augmentation du débit, de maintenir la pression, y compris lorsque l'effort inspiratoire est important, ceci n'est pas vrai pour tous les respirateurs. Par ailleurs, lors d'une ventilation « à fuite », telle que lors de la ventilation non invasive, l'augmentation du débit doit être suffisante pour maintenir la pression, y compris en présence de fuites.

### 1.3. RECONNAITRE LA FIN DE L'INSPIRATION

Plusieurs systèmes, permettant de détecter la fin de l'inspiration, sont actuellement utilisés. La chute du débit (en-dessous d'une valeur donnée ou fonction d'un pourcentage du débit de pointe) dans sa partie décélérante (Figure 1) est le critère le plus souvent retenu. Des critères de temps sont parfois utilisés, seuls ou en association avec les critères de débit (afin de compenser l'absence de chute du débit en cas de fuite), de même que des critères de surpression en fin d'inspiration. Cependant, ce dernier critère pourrait générer un « surtravail » expiratoire, tel qu'il

est observé avec les relaxateurs de pression [6]. Ainsi, dans le travail de Mancebo et al [6], en ventilation spontanée, avant et après hyperventilation induite par l'inhalation d'un mélange enrichi en  $\text{CO}_2$ , les auteurs montrent que le travail respiratoire est beaucoup plus important avec les relaxateurs de pression qu'avec l'aide inspiratoire. Bien que la manière dont la fin de l'inspiration est détectée soit importante, tant pour ne pas générer d'effort supplémentaire du malade, qu'en terme de tolérance, peu de travaux se sont spécifiquement intéressés à ce problème en aide inspiratoire.



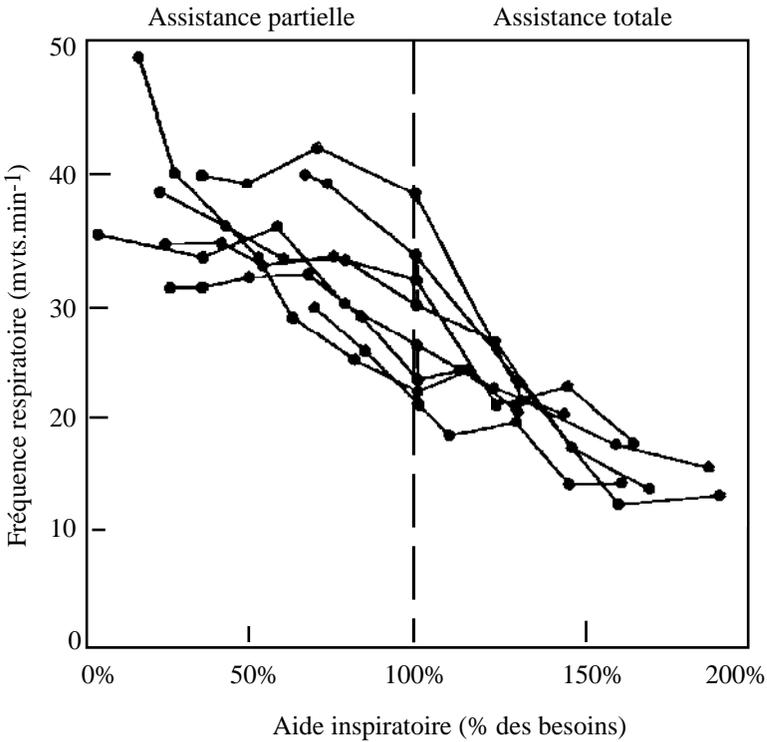
**Figure 2**

*Lorsque la vitesse de pressurisation est lente, ce qui se traduit par un délai d'obtention du niveau de pression pré réglé plus long (de 0,1 à 1,5 secondes), on observe une augmentation du travail inspiratoire ( $W_i$ ). D'après [3] avec permission.*

Même si toutes ces caractéristiques sont importantes quant à la qualité de l'aide délivrée, elles ne doivent pas, pour autant, faire de l'aide inspiratoire une modalité complexe, à géométrie variable, multi-paramétrable [7].

## 2. LES EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE L'AIDE INSPIRATOIRE

L'effet le plus anciennement rapporté de l'aide inspiratoire porte celui sur le mode ventilatoire, c'est-à-dire sur la répartition de la ventilation minute entre fréquence et volume courant [8]. En effet, pour des conditions de charge identiques, il existe une relation inversement proportionnelle entre le niveau d'aide inspiratoire et la fréquence respiratoire [9-11]. Ainsi, plus le niveau d'assistance se rapproche des besoins du malade, plus la fréquence respiratoire tend à se normaliser (Figure 3).



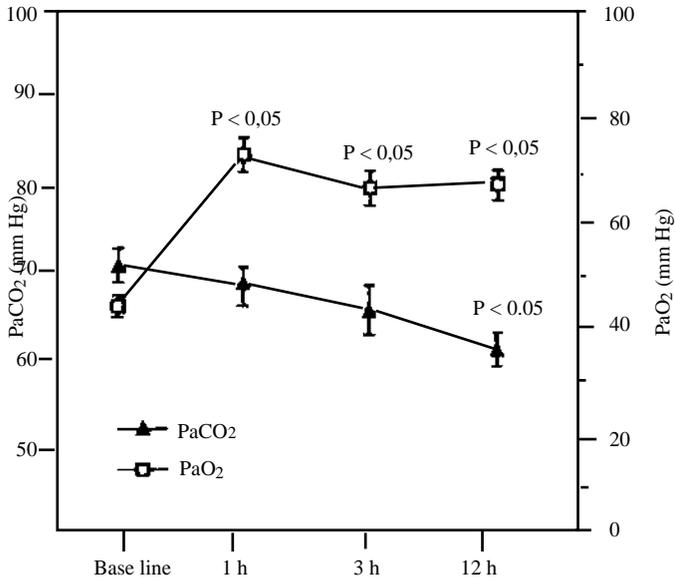
**Figure 3**

*L'augmentation du niveau d'aide inspiratoire (pression support) se traduit par une diminution proportionnelle de la fréquence respiratoire (frequency). D'après [9] avec permission.*

Ceci constitue un moyen simple de régler le niveau d'aide nécessaire et suffisant pour un malade donné. L'effet sur les échanges gazeux, et plus particulièrement sur l'oxygénation, est en règle générale modeste. L'aide inspiratoire permet essentiellement de réduire la PaCO<sub>2</sub> chez les malades présentant une hypoventilation alvéolaire. Cependant lors de l'utilisation non invasive de l'aide inspiratoire, chez

des malades présentant une insuffisance respiratoire chronique décompensée [12], il a été possible d'améliorer nettement l'oxygénation artérielle, tout en réduisant la PaCO<sub>2</sub> (Figure 4).

Finalement, l'effet bénéfique de l'aide inspiratoire, largement documenté, passe par une réduction du travail respiratoire. Ainsi, dans le travail de Brochard et coll [11], on observait, lorsque le niveau d'aide passait de 0 à 10 cmH<sub>2</sub>O, une réduction de 73 % du travail inspiratoire du malade. Cette réduction s'accompagnait d'une disparition des signes électriques de fatigue diaphragmatique et de l'activité des muscles respiratoires accessoires tel que le muscle sterno-cleïdo-mastoïdien [11]. Parallèlement, une réduction du coût en oxygène de la respiration était observée. D'autres auteurs ont confirmé ces résultats en montrant en aide inspiratoire une réduction du produit temps-pression des muscles respiratoires (reflet du coût énergétique de la ventilation) [13], de même qu'une réduction de la consommation globale en oxygène (Figure 5) [14, 15].



**Figure 4**

*En ventilation non-invasive, l'aide inspiratoire permet, chez des malades présentant une insuffisance respiratoire chronique décompensée, d'améliorer la PaO<sub>2</sub> tout en réduisant la PaCO<sub>2</sub> p : versus base line. D'après [12]) avec permission.*

L'aide inspiratoire se comporte donc réellement comme une aide, soulageant les muscles respiratoires à l'inspiration. Il en résulte un mode ventilatoire plus physiologique (normalisation de la fréquence respiratoire et augmentation du

volume courant), une réduction du travail des muscles inspiratoires, ce qui s'accompagne, chez les malades hypoventilant, d'une amélioration des échanges gazeux.

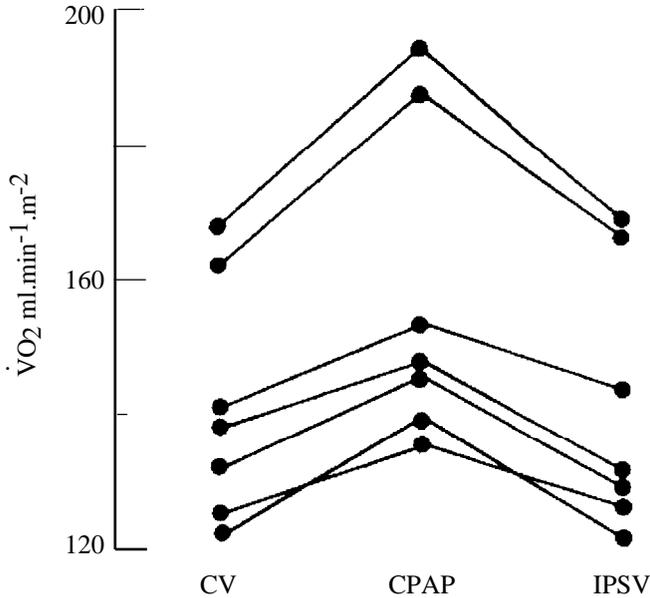


Figure 5

Comparée à la CPAP, l'aide inspiratoire (IPSV) permet de réduire la consommation d'oxygène globale à un niveau proche de ce qu'elle était en ventilation contrôlée (CV). D'après [14] avec permission. (CPAP : Continuous Positive Airway Pressure).

### 3. LES EFFETS BENEFIQUES POUR LE MALADE

#### 3.1. LE SEVRAGE

Dès que la ventilation mécanique fût utilisée pour soutenir la fonction ventilatoire défaillante, de nombreuses modalités ventilatoires ont été proposées [16, 17]. L'objectif de chacune d'elles était initialement de répondre plus spécifiquement aux désordres physiopathologiques responsables de l'insuffisance respiratoire aiguë. Dans le même temps, les difficultés d'interrompre la ventilation chez certains malades ont conduit au développement de modalité plus spécifique du sevrage. Si les effets physiopathologiques de chacune de ces modalités ont été bien évalués, les bénéfices réels pour le malade restent le plus souvent incertains.

L'aide inspiratoire constitue un support ventilatoire partiel, d'autant plus partiel que le niveau d'aide est bas, d'autant plus complet que le niveau d'aide est élevé. Il

était donc assez logique de la proposer comme modalité de sevrage, celui-ci se faisant par réduction progressive de la pression d'aide. Dans ce cadre, l'aide inspiratoire a été bien évaluée et deux études sont actuellement disponibles [18, 19] permettent d'apprécier le bénéfice pour le malade d'un sevrage en aide inspiratoire. Dans les deux cas, il s'agissait d'études multicentriques, incluant de large collectifs de malade, pour lesquels le sevrage pouvait être débuté (sur la présence des critères de sevrabilité), mais s'annonçait comme difficile, apprécié par une mauvaise tolérance (selon des critères standardisés et prédéfinis) d'une épreuve de pièce en T de deux heures. Les malades étaient alors soumis de manière aléatoire à l'une des trois modalités de sevrage suivantes:

1. Ventilation assistée contrôlée intermittente (VACI).
2. Aide inspiratoire.
3. Epreuve quotidienne de ventilation spontanée sur pièce en T.

Avec des stratégies de décroissance du support ventilatoire différentes, les deux études montraient que la VACI était la moins bonne modalité de sevrage, c'est-à-dire celle avec laquelle la durée de sevrage était la plus longue. Dans l'étude de Brochard et al [19], l'aide inspiratoire permettait de sevrer les malades le plus vite, 4 jours en moyenne contre pour les deux autres modalités (Figure 6). Dans l'étude espagnole d'Esteban et al [18], ce sont les épreuves de ventilation spontanée sur pièce en T qui permettaient de sevrer les malades le plus vite, avec 3 jours en médiane versus 4 pour l'aide inspiratoire. Si les résultats de ces deux études ne sont pas strictement comparables, ils montrent qu'il est possible, par une stratégie standardisée, de réduire significativement la durée du sevrage lorsque celui-ci s'annonce difficile [20]. Par ailleurs, si l'étude Espagnole montre que, les épreuves de ventilation spontanée sur pièce en T réduisent d'un jour la durée du sevrage, par rapport à l'aide inspiratoire, l'avantage (non évalué) de l'aide inspiratoire pourrait être de bénéficier des alarmes du ventilateur et donc d'une sécurité plus grande. Ainsi, le rapport bénéfice/risque de l'aide inspiratoire pourrait être supérieur à celui des épreuves de ventilation spontanée sur pièce en T.

### 3.2. LA VENTILATION NON INVASIVE (VNI)

En aide inspiratoire, seul le niveau d'aide est fixé par le clinicien en fonction des besoins du malade. Un « certain » degré de liberté est donc laissé au malade, qui peut ajuster sa fréquence, la durée du temps inspiratoire, ainsi que son débit inspiratoire ; de plus, l'expiration est libre. Ainsi, l'aide inspiratoire permet une synchronisation optimum entre le malade et la machine, améliorant le confort du malade vis-à-vis de celle-ci [21]. Enfin, la machine peut maintenir le niveau de pression préétabli en présence de fuites par une augmentation du débit délivré. Confort et « compensation » des fuites en aide inspiratoire ne sont pas étrangers au renouveau de la ventilation non invasive chez les malades présentant une insuffisance respiratoire aiguë [22]. Plusieurs études, dont trois contrôlées randomisées [12, 23, 24] confirment les bénéfices de la VNI pour les malades

présentant une insuffisance respiratoire chronique. Pour deux [12, 23] de ces trois études, la modalité ventilatoire utilisée était l'aide inspiratoire. Ainsi, dans l'étude de Brochard et coll [12], on observait chez les malades traités par ventilation non-invasive, une réduction de la durée de séjour, de la morbidité attribuable à la sonde d'intubation et de la mortalité. D'autres modalités ventilatoires ont aussi été utilisées de manière non invasive et, mis à part la CPAP, certains arguments laissent à penser que l'aide inspiratoire serait la modalité idéale.

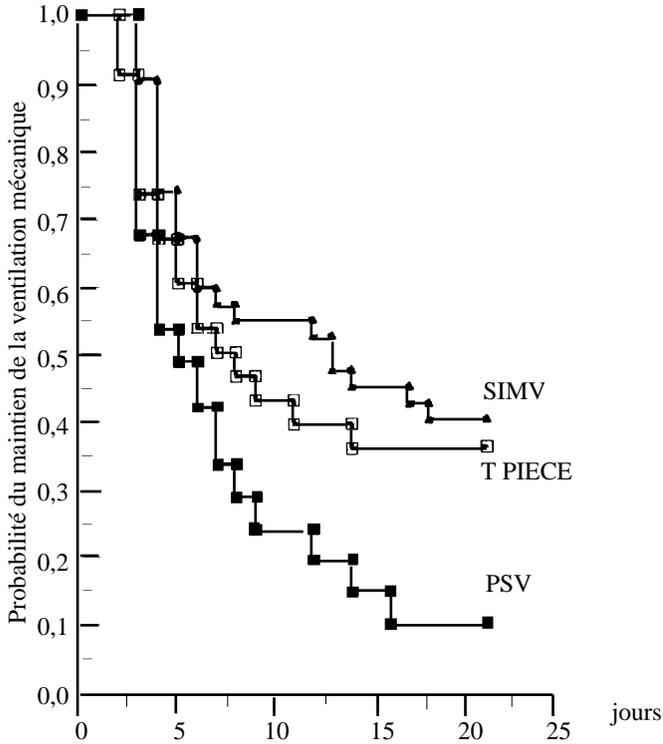


Figure 6

Comparée à la ventilation assistée contrôlée intermittente (SIMV) et les épreuves de ventilation spontanée sur tube (T piece), l'aide inspiratoire (PSV) raccourcit significativement la durée du sevrage. D'après [19] avec permission.

En effet, la ventilation assistée contrôlée (VAC), bien que la plus anciennement utilisée en ventilation non invasive [25] et facilement disponible sur l'ensemble des respirateurs, pose un certain nombre de problèmes. Ainsi, dans une étude comparant 25 malades présentant une BPCO décompensée, ventilés de manière non invasive en VAC et 24 malades « contrôles » n'ayant pas toléré la ventilation non invasive, Foglio et coll [26] ne retrouvent aucun avantage fonctionnel à la ventilation non

invasive. Plus récemment, la même équipe [27] comparant la ventilation non invasive, selon qu'elle utilise une VAC (n = 13) ou une aide inspiratoire (n = 16), montre que le pourcentage de succès est identique pour chaque modalité, mais que l'aide inspiratoire est mieux tolérée avec moins d'effets secondaires. Cela peut s'expliquer par le fait que la pression maximale est contrôlée (ou limitée) en aide inspiratoire, alors qu'elle ne l'est pas en ventilation assistée contrôlée. Les fuites seraient alors plus fréquentes en VAC, nécessitant une contention plus importante du masque avec un risque accru d'inconfort et d'insufflation gastrique.

## CONCLUSION

A la question posée : « *aide inspiratoire, gadget ou progrès ?* », ma réponse pourrait être, qu'il s'agit d'un mode ventilatoire simple et ingénieux, et par là même un gadget. A l'inverse, il ne s'agit plus vraiment d'une nouveauté, puisque largement utilisée depuis maintenant presque 10 ans [8] et partie intégrante des modalités de sevrage [18, 20]. De plus, l'aide inspiratoire semble permettre une meilleure prise en charge de nos malades, au cours du sevrage et en ventilation non invasive. Le bénéfice pour le malade est globalement de lui éviter l'intubation endotrachéale ou, s'il doit être intubé, de raccourcir la durée de son sevrage. En cela, si l'aide inspiratoire est simple et ingénieuse, elle est utile pour nos malades et, en ce sens, est un progrès.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] Dictionnaire CD-ROM de la langue Française, Larousse
- [2] Sassooun CSH, Giron AE, Ely EA, Light RW. Inspiratory work of breathing on flow-by and demand-flow continuous positive airway pressure. *Crit Care Med* 1989;17:1108-14
- [3] Bonmarchand G, Chevron V, Chopin C, Jusserand, Girault C, Moritz F, Leroy J, Pasquis P. 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
- [4] Messadi AA, Ben Ayed M, Brochard L, Iotti G, Harf A, Lemaire F. Comparison of the efficacy of two waveforms of inspiratory pressure support : slow versus fast pressure wave (abstract). *Am Rev Respir Dis* 1990;97:1463-6
- [5] MacIntyre NR, Ho LI. Effects of initial flow rate and breath termination criteria on pressure support ventilation. *Chest* 1991;99:134-8
- [6] Mancebo J, Isabey D, Lorino H, Lofaso F, Lemaire F, Brochard L. Comparative effects of pressuresupport ventilation and intermittent positive pressure breathing (IPPB) in non intubated healthy subject. *Eur Respir J* 1995;8:1901-9
- [7] Brochard L. Pressuresupport ventilation: still a simple method? *Intensive Care Med* 1996;22:1137-8
- [8] MacIntyre NR. Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest* 1986;89:677-83
- [9] Berger KI, Sorkin B, Norman RG, Rapoport DM, Goldring RM. Mechanism of relief of tachypnea during pressure support ventilation. *Chest* 1996;109:1320-7
- [10] Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A. Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology* 1991;75:739-45
- [11] Brochard L, Harf A, Lorino H, Lemaire F. Inspiratory pressure support prevents diaphragmatic fatigue during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:513-21
- [12] Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, Simmoneau G, Benito S, Gasparetto A, Lemaire F, Isabey D, Harf A. Noninvasive ventilation for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995;333:817-22
- [13] Sassooun CSH, Light RW, Lodia R, Sieck GC, Mahutte CK. Pressure-time product during continuous positive airway pressure, pressure support ventilation and T-piece during weaning from mechanical ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:469-75
- [14] Viale JP, Annat G, Bouffard YM, Delafosse BX, Bertrand OM, Motin JM. Oxygen cost of breathing in postoperative patients. Pressure support vs continuous positive airway pressure. *Chest* 1988;93:506-9
- [15] Fassoulaki A, Eforakopoulou M. Cardiovascular, respiratory, and metabolic changes produced by pressure-supported ventilation in intensive care unit patients. *Crit Care Med* 1989;17:527-9
- [16] Schuster DP. A physiologic approach to initiating, maintaining, and withdrawing mechanical ventilatory support during acute respiratory failure. *Am J Med* 1990;88:268-78.
- [17] Tobin MJ. Mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1994;330:1056-61

- [18] Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, Alia I, Solsona JF, Valverdu I, Fernandez R, De La Cal MA, Benito S, Tomas R, Carriedo D, Macias S, Blanco J for the Spanish Lung Failure Collaborative Group. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1995;332:345-50
- [19] Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekik N, Gasparetto A, Lemaire F. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:896-903
- [20] Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Telly PT, Johnson MM, Browder RW, Bowton DL, Haponik EF. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335:1864-9
- [21] Fargier JJ, Robert D, Boyer F, Chagny J, Kopp C, Baulieux J, Meskovtchenko JF, Pouyet M. Positive pressure inspiratory aid vs assisted mechanical ventilation after esophageal surgery. *J Crit Care* 1987;2:101-8
- [22] Sadoul P. Historique de la VNI au masque. Ventilation non invasive. In: Muir JF, Robert D Eds. *Collection d'anesthésie et réanimation*. Masson Paris 1996;7-12
- [23] Kramer N, Meyer TJ, Meharg J, Cece RD, Hill NS. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1799-806
- [24] Bott J, Carroll MP, Conway JH, Keilty SEJ, Ward EM, Brown AM, Paul EA, Elliot MW, Godfrey RC, Wedzicha JA, Moxham J. Randomized controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airway disease. *Lancet* 1993;341:1555-7
- [25] Elliot M, Moxham J. Non-invasive mechanical ventilation by nasal or face mask. In: *Principles and practice of mechanical ventilation*. Tobin MJ, Ed. New-York,1994: 427-54
- [26] Foglio C, Vitacca M, Quadri A, Scalvini S, Marangoni S, Ambrosino N. Acute exacerbations in severe cold patients. Treatment using positive pressure ventilation by nasal mask. *Chest* 1992;101:1533-8
- [27] Vitacca M, Rubini F, Foglio K, Scalvini S, Nava S, Ambrosino N. Non-invasive modalities of positive pressure ventilation improve the outcome of acute exacerbation in COLD patients. *Intensive Care Med* 1993;19:450-5