

# Sevrage de la ventilation mécanique : quel test de sevrage utiliser chez les patients de réanimation ?

## Weaning from Mechanical Ventilation: Which Weaning Test for Critically Ill Patients?

M. Dres · M. Sklar · L. Brochard

Reçu le 4 septembre 2016 ; accepté le 29 septembre 2016  
© SRLF et Lavoisier SAS 2016

**Résumé** Le processus décisionnel visant à séparer les patients de la ventilation mécanique repose, entre autres éléments, sur l'interprétation de la tolérance clinique du patient à un test de sevrage, communément désigné comme épreuve de ventilation spontanée. Plusieurs modalités dans la réalisation de l'épreuve de ventilation spontanée s'offrent au clinicien (maintien d'une aide inspiratoire et/ou d'une pression expiratoire positive minimale, aucune aide inspiratoire ni pression expiratoire positive sur le ventilateur, pièce en T). D'un point de vue physiologique, l'épreuve de ventilation spontanée réalisée en pièce en T reproduit le plus fidèlement les conditions de ventilation spontanée en comparaison aux autres modalités, et la situation sans support sur le ventilateur semble être équivalente. Toute addition de support sur les ventilateurs modernes sous-estime le travail respiratoire. Dans la population tout venant ou la probabilité de succès est élevée, le choix du premier test peut prendre en compte plusieurs aspects (faisabilité, choix de ne pas sous-estimer la possibilité de succès, etc.). Dans une population sélectionnée par un premier échec de sevrage, le choix de réaliser les épreuves en pièce en T (ou sans support sur le ventilateur) semble la plus logique dans l'objectif de ne pas sous-estimer le risque d'échec.

**Mots clés** Sevrage · Ventilation mécanique · Extubation · Pièce en T · Aide inspiratoire

**Abstract** Decision making process aiming at separate patients from mechanical ventilation relies with others issues, on the interpretation of patient's clinical tolerance during a weaning attempt, so-called spontaneous breathing trial. Several modalities of spontaneous breathing trial are available for clinicians (T piece, minimal pressure support with/without positive end expiratory pressure, no pressure support, no positive end expiratory pressure). From a physiological point of view, T piece reflects better spontaneous breathing without assistance as compared to others methods and ventilation without any support seems equivalent. Any support provided by modern ventilators underestimates work of breathing. In a non-selected population where the weaning success probability is high, the choice of the first spontaneous breathing trial modality takes into account several issues (feasibility, decision not to underestimate the probability success). In a population selected by a first weaning attempt failure, it is logical to repeat further trial with T piece (or without ventilatory support) in order to avoid underestimation of a potential next failure.

**Keywords** Weaning · Mechanical ventilation · Spontaneous breathing trial · Extubation · T tube trial · Pressure support

M. Dres

Sorbonne universités, UPMC Univ Paris 06, INSERM, UMRS\_1158 neurophysiologie respiratoire expérimentale et clinique, Paris, France

Service de pneumologie et réanimation,  
groupe hospitalier Pitié Salpêtrière-Charles Foix, Paris, France

M. Dres · M. Sklar · L. Brochard (✉)  
Keenan Research Centre for Biomedical Science,  
Li Ka Shing knowledge Institute, St. Michael's Hospital, Toronto  
e-mail : brochardl@smh.ca

M. Sklar · L. Brochard  
Interdepartmental Division of Critical Care Medicine,  
University of Toronto

## Introduction

La ventilation mécanique a de nombreux aspects bénéfiques. Cependant, quelle qu'en soit la raison initiale, le recours à la ventilation mécanique peut s'associer à la survenue de complications à même de modifier significativement le pronostic lié à la pathologie initiale. Dès lors, l'attention des équipes médicales et soignantes doit être portée sur la perspective de séparer en toute sécurité et le plus tôt possible les patients de l'assistance ventilatoire. Cette démarche, appelée sevrage de

la ventilation mécanique, est de plus en plus standardisée et fait l'objet de nombreux travaux de recherche. La question centrale étant de prédire autant que possible et le plus précisément, le devenir des patients après extubation. Évidemment, il s'agit pour le clinicien de naviguer raisonnablement entre deux risques : séparer trop tôt de la ventilation des patients qui en ont encore la nécessité, ou garder trop longtemps des patients ventilés et les exposer à des risques accrus. Pour les patients jugés à risque potentiel d'échec d'extubation, la réalisation d'une épreuve de ventilation spontanée, test visant à reproduire les conditions de ventilation après extubation, est un préalable indispensable dans le processus décisionnel conditionnant l'extubation. L'échec de l'extubation peut quelquefois avoir des conséquences dramatiques qu'il ne faut pas perdre de vue [1]. Pour des patients chez qui la probabilité de succès est très élevée, le risque de l'épreuve de ventilation spontanée peut être de surestimer le risque d'échec en cas d'interprétation incertaine et par conséquent de retarder indûment l'extubation. Nous nous proposons donc de réfléchir dans cette revue au type d'épreuve de ventilation spontanée, c'est-à-dire au type de test à utiliser, en fonction de la probabilité pré-test de succès ou d'échec. Il doit être souligné qu'outre la tolérance clinique au cours de l'épreuve de ventilation spontanée, d'autres déterminants (contrôle de voies aériennes supérieures, risque d'œdème laryngé, dimension éthique de l'éventuelle réintubation) participent à la décision d'extubation.

### Pourquoi réaliser une épreuve de ventilation spontanée est important ?

La détermination du moment le plus adéquat pour séparer en toute sécurité un patient du ventilateur n'est pas aisée et représente un réel défi dans la pratique clinique. Sevrés trop tôt, les patients sont exposés au risque d'échec d'extubation [2], trop tard, ils sont exposés aux complications de la ventilation mécanique et du décubitus prolongé [3]. Une approche systématique visant à rechercher des critères simples permettant de pratiquer un test a montré son intérêt pour raccourcir significativement la durée de ventilation mécanique et réduire les complications associées [4]. Dans ce travail princeps, Ely et al. ont montré l'intérêt d'une approche systématique de la « sevrabilité des patients » par la recherche quotidienne de critères prédéfinis conditionnant le cas échéant, la réalisation d'une épreuve de ventilation spontanée [4]. Les critères étaient des variables facilement obtenues au lit des patients et qui témoignaient du niveau d'oxygénation, de la stabilité hémodynamique, de la présence d'une toux et de la mesure du rapport fréquence respiratoire/volume courant, encore appelé index de ventilation rapide et superficielle (Tableau 1).

**Tableau 1** Critères prérequis de sevrage. S'ils sont présents, l'épreuve de ventilation spontanée peut être débutée. Adapté de Boles et al. [12]

Critères de jugement	
Résolution de la cause à l'origine de la mise sous ventilation mécanique	Oui
Toux	Efficace
Encombrement bronchique	Faible
État de conscience	Patient éveillé, non agité
Stabilité hémodynamique	Fréquence cardiaque <140 battements par minute Pression artérielle systolique comprise entre 90 et 160 mmHg sans agent vasopresseur
Échanges gazeux	
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (FiO <sub>2</sub> <40 % et PEEP ≤8 cmH <sub>2</sub> O)	>150
Fréquence respiratoire	<35 par minute
pH	>7,35
Index de polypnée superficielle (FR/V <sub>T</sub> )	≤105 cycles par minute par litre
PaO <sub>2</sub> : pression partielle en oxygène ; FiO <sub>2</sub> : fraction inspirée en oxygène ; PEEP : pression télé-expiratoire positive ; FR : fréquence respiratoire ; V <sub>T</sub> : volume courant	

Pour la plupart des patients, la réalisation d'une épreuve de ventilation spontanée pourrait paraître superflue dès lors que les critères de sevrabilité sont présents. Il existe peu de travaux ayant étudié l'impact d'une extubation réalisée sans épreuve de ventilation spontanée. Une étude a rapporté un taux de réintubation élevé (37 %) dans une population de patients ventilés depuis neuf jours en moyenne et séparés du ventilateur sur des critères cliniques sans test de sevrage [5]. Ce taux de réintubation est supérieur aux taux habituellement rapportés, généralement compris entre 10 et 15 % [6]. Chez des patients porteurs d'une insuffisance respiratoire chronique, il a été montré qu'une extubation effectuée malgré un échec de test de ventilation spontanée avec relais par oxygénothérapie ou ventilation non invasive (VNI) s'associait à un taux de réintubation [7]. Ces études suggèrent que la non-tolérance d'une épreuve de ventilation spontanée est un élément essentiel à prendre en compte dans la décision d'extubation pour réduire les taux de réintubation, en général associés à une forte surmortalité.

Indirectement, plusieurs études suggèrent qu'il n'y a pas d'autres façons de « tester » un patient que de le regarder respirer spontanément. La mesure des grandeurs relatives aux propriétés mécaniques pulmonaires et de la cage

thoracique obtenues en ventilation passive (résistance, compliance) juste avant de débiter une épreuve de ventilation spontanée pourrait par exemple être utile pour distinguer les patients à risque d'échec de sevrage et s'affranchir dès lors de sa réalisation. En réalité, il a été montré que seule l'élastance dynamique pulmonaire était significativement plus élevée chez les patients échouant à l'épreuve de ventilation spontanée [8]. La connaissance des autres grandeurs (résistances notamment) ne permet pas de prédire le risque d'échec de sevrage [8].

Au cours des années 1990, un mode de ventilation dédié au sevrage, la ventilation assistée contrôlée intermittente (VACI), a été proposé comme technique de sevrage. Ce mode, alternant des cycles spontanés du malade avec des cycles contrôlés du respirateur, avait pour intérêt théorique d'encourager l'activité musculaire respiratoire du patient en diminuant progressivement la fréquence machine. La VACI consistait à réduire progressivement le nombre de cycles assistés par le ventilateur. Lorsque la VACI à fréquence basse (4 à 5 cycles par minute) était bien tolérée pendant plusieurs heures, le malade pouvait être sevré du ventilateur. La VACI permettait un réglage précis de la FiO<sub>2</sub> délivrée au patient, un monitoring précis de sa ventilation spontanée (fréquence respiratoire et volume courant) et une sécurité grâce aux alarmes du respirateur. Néanmoins, la plupart des études ayant utilisé la VACI ont rapporté des résultats négatifs [9,10]. Il est très vraisemblable que la raison principale de l'échec répété de la VACI soit liée au fait que le véritable effort effectué par le patient soit « masqué » au clinicien (comme admirablement montré dans un travail évaluant l'activité électromyographique du diaphragme en VACI [8]). On n'est pas étonné de constater que dans le travail d'Ely cité plus haut, le mode utilisé dans le groupe contrôle était majoritairement la VACI [4].

L'épreuve de ventilation spontanée semble donc nécessaire pour évaluer au mieux la capacité d'un patient à assurer sa ventilation de façon autonome.

### **Quel est le but des épreuves de ventilation spontanée et quelles sont les situations où cela importe et celles où cela importe peu ?**

L'épreuve de ventilation spontanée a pour objectif principal de mettre le patient dans une situation reproduisant le plus fidèlement possible les conditions de l'extubation afin d'évaluer la tolérance clinique induite par cette transition. L'évaluation de la tolérance clinique au cours de l'épreuve de ventilation spontanée a pour objectif de prédire la tolérance du patient après extubation. Il s'agit d'une étape cruciale bien qu'intermédiaire dans le processus décisionnel visant à extuber le patient [6]. L'extubation, étape ultime du processus de sevrage est une période à risque pour certains patients.

L'échec d'extubation, défini généralement par le recours à une nouvelle intubation, est associé à de nombreuses complications dont plusieurs études de cohortes suggèrent qu'elles influencent de façon significative le pronostic [2,11].

Prédire la tolérance post-extubation par la réalisation d'une épreuve de ventilation spontanée est donc un enjeu majeur. Cette prédiction nécessite toutefois de prendre en compte la probabilité d'échec avant la réalisation de l'épreuve de ventilation spontanée. En effet, les performances de tout test diagnostique, ici du test de sevrage, dépendent de la prévalence du risque évalué, ici le risque d'échec de sevrage dans la population d'étude. Les résultats d'un même test (valeurs prédictives positive ou négative) appliqués au processus de décision (extuber ou non ?) sont très différents si la probabilité d'échec du test est de 5 % ou de 50 %. La difficulté et la durée avec lesquelles les patients sont sevrés ont donné lieu à une classification internationale [12]. La proportion de patients passant cette première épreuve de ventilation spontanée avec succès définit un *sevrage simple* et donne une estimation de la probabilité prétest du sevrage dans la population [13]. L'intérêt d'une épreuve de ventilation spontanée dans ce groupe est théoriquement discutable car il s'agit par définition de patients à faible risque d'échec. Trop haute (>75 %), la proportion de patients passant la première épreuve de ventilation spontanée avec succès indique d'une part que la population est à faible risque d'échec et d'autre part, possiblement, que les patients auraient pu être dépistés plus précocement, le test ayant été réalisé tardivement. Pour les deux autres groupes de la classification, le groupe 2 (sevrage prolongé) et le groupe 3 (sevrage difficile), l'enjeu de l'épreuve de ventilation spontanée est majeur car il s'agit de patients associés à des probabilités d'échec de l'épreuve de ventilation spontanée plus élevées et à un risque d'échec d'extubation plus important [6]. Une étude récente montre que près de la moitié des patients ne sont en réalité pas pris en compte dans la classification internationale (auto-extubation, extubation sans test de sevrage, ventilation non invasive prolongée en post-extubation, trachéotomie, décès) [14]. En outre, cette étude montre que la durée du sevrage influence significativement le pronostic, les patients sevrés après une première épreuve de ventilation spontanée ou directement sans test de sevrage étant associés à la mortalité la plus faible, inférieure à 10 % [14]. Ces données suggèrent donc que l'épreuve de ventilation spontanée est surtout utile si la population considérée est à risque d'échec. L'enjeu étant alors de déterminer a priori le risque d'échec.

### **Quelles modalités pour réaliser l'épreuve de ventilation spontanée ?**

L'épreuve de ventilation spontanée idéale devrait prédire avec une précision parfaite la tolérance clinique post-extubation.

Ainsi, les patients passant l'épreuve de ventilation spontanée avec succès devraient théoriquement assurer une ventilation satisfaisante sans assistance après extubation. Il existe plusieurs possibilités proposées pour mimer les conditions de ventilation post-extubation. Schématiquement, plusieurs modalités différentes sont opposées (Tableau 2). La première épreuve, dite « de pièce en T » consiste à déconnecter le patient du ventilateur et à ajouter à l'extrémité de la sonde endotrachéale une « pièce en T » permettant l'humidification des voies aériennes supérieures et l'administration éventuelle d'oxygène. Son intérêt majeur est le caractère standardisé de sa réalisation. Ses principaux inconvénients résident dans l'absence de surveillance des volumes et des débits, la nécessité d'une surveillance clinique rapprochée par l'infirmière et/ou le médecin, et l'incertitude quant au niveau d'oxygène délivré. La seconde modalité, « en aide inspiratoire » (AI), se réalise en diminuant ou en annulant le niveau d'assistance tout en maintenant le patient connecté au ventilateur. Son principal inconvénient réside dans l'hétérogénéité des conditions possibles de réalisation (quel niveau d'AI ? maintien d'une pression télé-expiratoire positive ? pression positive continue ?), ce qui limite sa standardisation. Les avantages sont sa simplicité, la connaissance du niveau de FiO<sub>2</sub> délivré et la poursuite d'une surveillance des courbes de volumes et débits au cours de l'épreuve de ventilation spontanée. Pour cette seconde modalité, plusieurs combinaisons sont envisageables : absence de PEEP, niveau de pression inspiratoire minimal (en général fixé à 7 cmH<sub>2</sub>O), association des deux. De plus certains utilisent un support non pas inspiratoire mais seulement expiratoire en réalisant cette épreuve en pression positive ou CPAP [15]. Or une pression expiratoire constitue aussi un support inspiratoire, spécialement en cas d'hyperinflation dynamique ou d'insuffisance cardiaque. Une dernière possibilité combine les deux précédentes en maintenant le patient connecté à la ventilation tout en supprimant toute assistance [16]. Cette possibilité est réalisable avec le mode CPAPO (*Continuous Positive Airway Pressure*).

La durée de l'EVS, quelle que soit sa modalité est généralement comprise entre 30 minutes et 2 heures.

### Conséquences physiologiques de l'épreuve de ventilation spontanée

Cabello et al. ont comparé les effets physiologiques de l'épreuve de ventilation spontanée réalisée en pièce en T ou en AI (faible aide avec/sans PEEP) chez des patients difficiles à sevrer [17]. L'effort inspiratoire était plus faible en AI par rapport à la pièce en T et diminuait quand la PEEP augmentait [17]. De façon intéressante, dans cette étude, les patients réussissaient plus l'épreuve de ventilation spontanée réalisée en AI qu'en pièce en T. La conclusion suggérait que le travail respiratoire des patients pouvait être largement sous-estimé par l'addition d'un support ventilatoire chez des patients insuffisants cardiaques. Six études ont mesuré le travail respiratoire au cours d'une épreuve de ventilation spontanée en pièce en T et l'ont comparé après extubation [16,18-22] ; et cinq études ont mesuré le travail respiratoire au cours d'une épreuve de ventilation spontanée réalisée en AI et l'ont comparé après extubation [16,19-22]. Ces comparaisons illustrent que c'est l'épreuve de ventilation réalisée en pièce en T qui se rapproche le plus des conditions de ventilation post-extubation lorsque le critère de jugement est mesuré de façon rigoureuse par calcul du travail respiratoire ou du produit temps-pression. Une méta-analyse récente confirme ces conclusions et contredit ainsi l'idée répandue associant l'épreuve en pièce en T à un test physiologique plus exigeant pour les patients [23]. Plus « exigeant » que d'autres tests, oui, mais pas plus « exigeant » que l'extubation elle-même. Les auteurs de la méta-analyse n'ont en effet retrouvé aucune étude mettant en évidence une diminution du travail respiratoire après extubation, au contraire, il est davantage observé une stabilité du travail respiratoire, voire une augmentation [19,20]. Le principe de l'épreuve

**Tableau 2** Comparaison des principales modalités de réalisation de l'épreuve de ventilation spontanée

	Pièce en T	Aide inspiratoire
Modalité	Déconnexion de la sonde endotrachéale Administration possible d'oxygène	Aide inspiratoire seule (généralement 7 cmH <sub>2</sub> O) Aide inspiratoire + PEEP PEEP seule (CPAP)
Rationnel physiologique	Reproduire le plus fidèlement possible la ventilation spontanée « post-extubation »	Compenser les résistances liées au circuit
Avantages	Standardisation	Simplicité Surveillance des pressions et débits
Inconvénients	Absence de surveillance des débits et pressions Nécessité d'une surveillance paramédicale Incertitude quant au niveau d'oxygène administré	Hétérogénéité des pratiques du fait des multiples combinaisons possibles entre AI et PEEP. L'intensité du support dépend du ventilateur

PEEP : pression télé-expiratoire positive ; CPAP : *continuous positive airway pressure*

réalisée en AI avec faible assistance est de réduire les résistances liées à la sonde d'intubation et au circuit. En réalité, il a été montré qu'après l'extubation, les voies aériennes supérieures sont caractérisées par une résistance élevée, expliquant pourquoi le travail respiratoire est quasiment inchangé, voire augmenté par rapport à la période avant extubation [18,19]. La pièce en T est donc le test mimant le mieux les conditions de ventilation post-extubation. En revanche, chez certains patients, l'utilisation de l'AI peut contribuer à sous-estimer le risque d'échec d'extubation [1]. Enfin la ventilation spontanée sans assistance en CPAP 0 sur le ventilateur semble être équivalent à la pièce en T.

L'épreuve de ventilation spontanée est un test d'effort pour le système cardiovasculaire. Lemaire et al. ont rapporté la survenue d'une augmentation significative de la pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAOP) au cours d'un échec d'épreuve de ventilation spontanée réalisée chez des patients porteurs d'une BPCO [24]. Cette augmentation, témoin d'une défaillance cardiaque est à l'origine d'un œdème pulmonaire de sevrage compromettant le succès de l'épreuve de ventilation spontanée. Dans l'étude de Cabello et al. [17], les auteurs ont montré que la PAPO était significativement plus élevée au cours de l'épreuve réalisée en pièce en T comparativement aux deux autres modalités [17].

### **Que rapportent les études cliniques ayant comparé différentes modalités d'épreuves de sevrage ?**

Au cours des années 1990, trois études ont étudié à large échelle le pronostic clinique des patients selon que l'épreuve de ventilation spontanée était réalisée en pièce en T ou en AI [10,25,26]. En 1994, Brochard et al. ont randomisé 66 patients ayant échoué à une première épreuve de ventilation spontanée réalisée en pièce en T [26] pour poursuivre le processus de sevrage avec une seconde épreuve de ventilation spontanée en pièce en T (plusieurs séquences par jour) ou en AI. Le résultat principal de cette étude était que les patients randomisés dans le groupe en AI rencontraient moins de complications liées au sevrage (8 % vs 33 %,  $p=0,05$ ) et que leur durée de sevrage était plus courte [26]. Dans une autre étude incluant 101 patients en échec d'une première épreuve de ventilation spontanée, Esteban et al. ont rapporté que la proportion de patients échouant la première épreuve de ventilation spontanée était plus importante en pièce en T [10]. Une interprétation de cette différence réside dans l'application des critères de non-tolérance de l'AI dans les deux études, beaucoup plus « libérale » chez Brochard et al. (fréquence respiratoire tolérée jusqu'à 35/min) que chez Esteban et al. (fréquence jusqu'à 25/min seulement). Une troisième étude a comparé l'échec d'extubation chez 484

patients intubés depuis 48 heures après une épreuve de ventilation spontanée de deux heures réalisée en pièce en T ou en AI (sans PEEP) [25]. La proportion de patients en échec était significativement plus élevée en pièce en T qu'en AI (22 % vs 14 %,  $p=0,03$ ) mais le taux de réintubation n'était pas différent entre les groupes (18,7 % en pièce en T vs 18,5 % en AI,  $p=0,94$ ).

Une méta-analyse publiée en 2014 a aligné les résultats de neuf essais randomisés comparant la pièce en T et l'AI sans démontrer de résultats significatifs sur les critères de jugement clinique [27]. En revanche, chez les patients appartenant au groupe 1 de la classification internationale (sevrage simple), l'AI semblait associée avec un meilleur taux de succès d'épreuve de ventilation spontanée [27]. Une autre méta-analyse incluant une trentaine d'études est en cours de publication [28]. Les résultats de ce travail montrent un faible mais significatif avantage en faveur de l'AI en termes de succès d'extubation mais pas de différence significative de cette modalité sur le succès initial de l'épreuve de ventilation spontanée ni sur le taux de réintubation [28].

La question de la durée de l'épreuve de ventilation spontanée a également l'objet d'une étude randomisée par le groupe espagnol [29]. La conclusion de ce travail incluant 526 patients considérés comme « sevrables » était que dans une population non sélectionnée, une épreuve de ventilation spontanée d'une durée de 30 minutes ou de 120 minutes était associée avec les mêmes résultats en termes de succès d'épreuve de ventilation spontanée et de taux de réintubation [29].

L'interprétation que l'on peut faire de ce léger avantage clinique possible (qui reste cependant à confirmer) d'un faible niveau d'AI repose sur l'inclusion de patients majoritairement faciles à sevrer. En effet, aucun test n'est parfait, exposant toujours à des risques de faux-négatifs ou de faux-positifs. Comme nous l'avons dit plus haut, la performance d'un test (sa valeur prédictive) n'est pas absolue mais dépend très fortement de la probabilité pré-test et donc de la population testée. Dans une population à fort succès, il y a très peu de risques de faux-positifs. On peut alors penser que le test ayant le plus de risque de faux-négatifs (patients considérés comme négatifs alors qu'extubables) pourrait avoir un léger désavantage. Le test le plus « facile » pourrait aussi aider à contrecarrer une tendance naturelle des cliniciens à être conservateurs dans leur décision d'extubation [30,31].

Une « troisième voie » dans la conduite du sevrage a été proposée en utilisant l'intelligence artificielle appliquée aux ventilateurs. Le système SmarCare<sup>TM</sup> a montré son efficacité pour réduire significativement la durée de ventilation jusqu'à la première épreuve de ventilation spontanée et à l'extubation [32]. Ce système repose sur une réduction progressive mais surtout automatique de l'assistance ventilatoire, guidée automatiquement par le ventilateur à partir de signaux simples (fréquence respiratoire essentiellement).



Dès la détection de seuils prédéfinis, le système entreprend une épreuve de ventilation spontanée (aide minimale) et le cas échéant signale sur l'écran que le patient est prêt à être extubé. L'efficacité de ce système a été confirmée dans une méta-analyse regroupant dix études [33]. L'explication principale de cet effet positif est sans doute liée à l'inclusion majoritaire de patients du groupe 1, « faciles » à sevrer pour qui le système va fonctionner comme un incitatif pour le clinicien. L'intérêt d'un tel système chez des patients des groupes 2 et 3 reste à prouver.

### **Comment expliquer les divergences entre les études physiologiques et cliniques ?**

Les études physiologiques montrent que la pièce en T permet d'évaluer plus fidèlement les conditions de ventilation après extubation. Pourtant, les études cliniques ne confirment pas l'intérêt de la pièce en T en termes de pronostics cliniques. L'explication la plus vraisemblable est donnée par la différence de composition des populations. Dans les études cliniques, la proportion généralement majoritaire de patients du groupe 1 (faciles à sevrer) tend à favoriser la modalité de test de sevrage la moins « exigeante ». En réalité, ces patients seront facilement sevrés, indépendamment du type de test, et un test donnant plus d'incertitude peut amener à plus de mauvaises décisions dans le mauvais sens. Pour la majorité des patients appartenant au groupe 1 de la classification, le principal risque est de surestimer le risque d'un échec et de retarder dès lors la séparation du ventilateur.

Ceci suggère donc qu'à l'inverse du groupe 1, chez les patients des groupes 2 et 3, la prédiction exacte de l'extubation sera différente selon la technique employée. Par conséquent, on peut retenir que l'échec d'une première épreuve de ventilation spontanée représente une première étape permettant ensuite d'individualiser le processus de sevrage dans lequel intervient notamment le choix du type d'épreuve de ventilation spontanée.

### **Comment intégrer ces données dans un processus décisionnel ?**

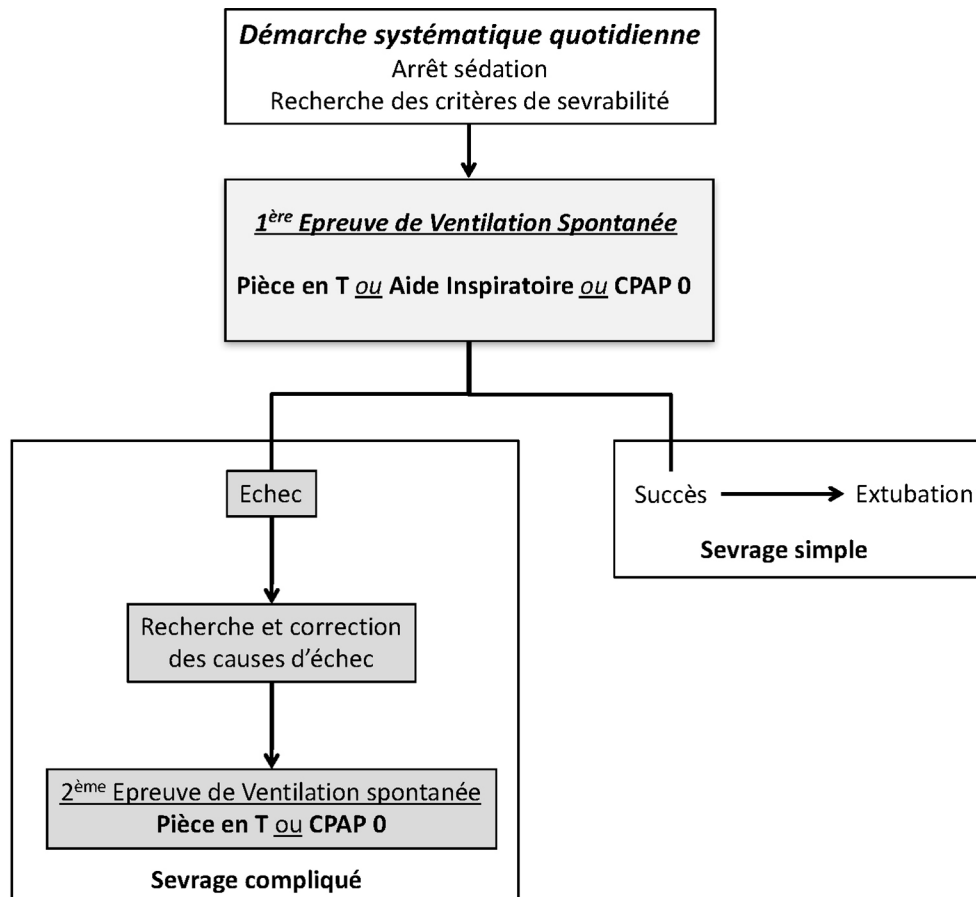
Comme discuté plus haut, la majorité des patients peut et doit être extubée facilement et rapidement. Paradoxalement, l'implémentation de nouveaux indices prédictifs qui ne peuvent prétendre à une spécificité parfaite, risquerait de retarder l'extubation de patients pourtant « sevrables ». Le préalable indispensable vise à identifier le plus tôt possible ces patients sevrables. Cette étape peut être valorisée par la mise en place de protocoles systématiques d'arrêt de sédation et d'identification des critères de sevrabilité [4,34]. Dès lors, si

le patient est « sevrable », une épreuve de ventilation spontanée doit être réalisée. À ce stade, l'utilisation de la classification internationale est malheureusement inefficace pour déterminer la probabilité d'échec prétest du patient et éventuellement décider de la modalité du test car la classification n'est (par définition) disponible qu'au terme du processus de sevrage. Les deux modalités (pièce en T, AI) étant équivalentes pour une population non sélectionnée, rien ne permet de recommander l'une plutôt que l'autre à cette étape si ce n'est en fonction des habitudes et des tendances du clinicien. S'agissant de l'AI, il paraît logique de choisir un niveau d'assistance le plus bas possible. En revanche, après un échec d'épreuve de ventilation spontanée ou d'extubation (Fig. 1), l'état actuel des connaissances plaide pour préférer un test de pièce en T car la probabilité prétest d'échec est plus élevée d'une part, et la pièce en T simule le mieux les conditions de ventilation sans sonde d'intubation d'autre part. Le choix d'un test en CPAP 0 paraît également intéressant.

Il pourrait être intéressant de détecter plus précocement les patients à risque d'échec avant la première épreuve de façon à anticiper la prise en charge. L'utilisation de scores cliniques intégrant des caractéristiques intrinsèques des patients (âge, comorbidités) et celles du séjour (durée de ventilation, balance hydrique) est une perspective intéressante qui doit être étudiée.

### **Conclusion**

Le sevrage de la ventilation mécanique concerne tous les patients ventilés et est donc essentiel. C'est parfois un processus long et complexe lorsqu'il est confronté à des difficultés qui ne se rencontrent toutefois que dans un nombre restreint de situations. En pratique, l'échec de la première épreuve de ventilation spontanée sélectionne un groupe de patients justifiant une approche diagnostique et thérapeutique rigoureuse et systématique du processus du sevrage. En premier lieu, la recherche des causes d'échec est un préalable incontournable. S'agissant d'une cause fréquente et facilement curable, l'hypothèse d'un œdème pulmonaire de sevrage doit être évoquée, recherchée et éventuellement traitée. Secondairement alors, la modalité de réalisation de la seconde épreuve de ventilation spontanée doit être discutée. D'un point de vue physiologique, l'épreuve de la pièce en T se rapproche le plus fidèlement des conditions de ventilation post-extubation, ou une épreuve sans AI ni pression positive. En pratique clinique, il apparaît dès lors logique de préférer cette modalité chez les patients « compliqués » avec pour objectif principal de ne pas sous-estimer le risque d'un échec d'extubation.



**Fig. 1** Stratégie décisionnelle du choix du test de sevrage

**Liens d'intérêts :** Le laboratoire de recherche de Laurent Brochard a reçu des soutiens financiers ou des équipements pour des projets de recherche de Covidien, General Electric, Fisher Paykel, Maquet, Air Liquide et Philips. Martin Dres et Mickael Sklar déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

**Sources de financement et soutiens :** Martin Dres a été bénéficiaire de la bourse de Mobilité SRLF 2015, d'une bourse de recherche de la Fondation pour la Recherche Médicale (FDM 20150734498), d'une bourse de recherche de la Société Européenne de Pneumologie, d'un soutien financier d'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, d'une bourse de Mitacs Globalink Sorbonne Universités et du Prix 2015 Bernhard Dräger de la Société Européenne de Réanimation. Ce travail a reçu le soutien de l'Interdepartmental Division of Critical Care Medicine, Toronto University, Canada. Laurent Brochard est titulaire de la Keenan Chair in Critical Care and Acute Respiratory Failure, St Michael's Hospital.

## Références

1. Tobin MJ, (2012) Extubation and the myth of "minimal ventilator settings." *Am J Respir Crit Care Med* 185: 349–350
2. Thille AW, Harrois A, Schortgen F, Brun-Buisson C, Brochard L, (2011) Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients. *Crit Care Med* 39: 2612–2618
3. Klompas M, (2013) Complications of mechanical ventilation--the CDC's new surveillance paradigm. *N Engl J Med* 368: 1472–1475
4. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, Johnson MM, Browder RW, Bowton DL, Haponik EF, (1996) Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med* 335: 1864–1869
5. Zeggwagh AA, Abouqal R, Madani N, Zekraoui A, Kerkeb O, (1999) Weaning from mechanical ventilation: a model for extubation. *Intensive Care Med* 25: 1077–1083
6. Thille AW, Richard JC, Brochard L, (2013) The decision to extubate in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* 187: 1294–1302
7. Girault C, Bubenheim M, Abroug F, Diehl JL, Elatrous S, Beuret P, Richecoeur J, L'Her E, Hilbert G, Capellier G, Rabbat A, Besbes M, Guérin C, Guiot P, Bénichou J, Bonmarchand G; VENISE Trial Group, (2011) Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med* 184: 672–679
8. Jubran A, Tobin MJ, (1997) Passive mechanics of lung and chest wall in patients who failed or succeeded in trials of weaning. *Am J Respir Crit Care Med* 155: 916–921
9. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekić N, Gasparetto A, Lemaire F, (1994) Comparison of three methods of

- gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 150: 896–903
10. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, Alía I, Solsona JF, Valverdu I, Fernández R, de la Cal MA, Benito S, Tomás R, (1995) A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Alaborative Group. *N Engl J Med* 332: 345–350
  11. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB, (1997) Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest* 112: 186–192
  12. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, Pearl R, Silverman H, Stanchina M, Vieillard-Baron A, Welte T, (2007) Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 29: 1033–1056
  13. Brochard L, Thille AW, (2009) What is the proper approach to liberating the weak from mechanical ventilation? *Crit Care Med* 37: S410–415
  14. Beduneau G, Pham T, Richard JCM, Schortgen F, Chretien JM, Mercat A, Mancebo J, Brochard L, WIND Study Group on behalf of REVA Network, (2015) Prognosis of mechanically ventilated patients entering the weaning process. *Intensive Care Med* Exp 3: A426
  15. Figueroa-Casas JB, Montoya R, Arzabala A, Connery SM, (2010) Comparison between automatic tube compensation and continuous positive airway pressure during spontaneous breathing trials. *Respir Care* 55: 549–554
  16. Mahul M, Jung B, Galia F, et al (2016) Spontaneous breathing trial and post-extubation work of breathing in morbidly obese critically ill patients. *Crit Care* [in press]
  17. Cabello B, Thille AW, Roche-Campo F, Brochard L, Gómez FJ, Mancebo J, (2010) Physiological comparison of three spontaneous breathing trials in difficult-to-wean patients. *Intensive Care Med* 36: 1171–1179
  18. Straus C, Louis B, Isabey D, Lemaire F, Harf A, Brochard L, (1998) Contribution of the endotracheal tube and the upper airway to breathing workload. *Am J Respir Crit Care Med* 157: 23–30
  19. Ishaaya AM, Nathan SD, Belman MJ, (1995) Work of breathing after extubation. *Chest* 107: 204–209
  20. Nathan SD, Ishaaya AM, Koerner SK, Belman MJ, (1993) Prediction of minimal pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Chest* 103: 1215–1219
  21. Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A, (1991) Inspiratory pressure support compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology* 75: 739–745
  22. Mehta S, Nelson DL, Klinger JR, Buczko GB, Levy MM, (2000) Prediction of post-extubation work of breathing. *Crit Care Med* 28:1341–1346
  23. Sklar MC, Friedrich JO, Rittayamai N, et al (2016) Patient Respiratory Effort Among Different Spontaneous Breathing Trial Techniques: A Systematic Review and Physiological Meta-Analysis. [Submitted]
  24. Lemaire F, Teboul JL, Cinotti L, Giotto G, Abrouk F, Steg G, Macquin-Mavier I, Zapol WM, (1988) Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology* 69: 171–179
  25. Esteban A, Alía I, Gordo F, Fernández R, Solsona JF, Vallverdu I, Macías S, Allegue JM, Blanco J, Carriedo D, León M, de la Cal MA, Taboada F, Gonzalez de Velasco J, Palazón E, Carrizosa F, Tomás R, Suarez J, Goldwasser RS, (1997) Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Alaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 156: 459–465
  26. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Rekik N, Gasparetto A, Lemaire F, (1994) Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 150: 896–903
  27. Ladeira MT, Vital FM, Andriolo RB, Andriolo BN, Atallah AN, Peccin MS, (2014) Pressure support versus T-tube for weaning from mechanical ventilation in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 5: CD006056
  28. Burns K, Soliman I, Adhikari N, et al (2016) Effects Of Alternative Spontaneous Breathing Trial Techniques On Clinical Outcomes: A Systematic Review And Meta-Analysis. Meeting Abstract A5291
  29. Esteban A, Alía I, Tobin MJ, Gil A, Gordo F, Vallverdu I, Blanch L, Bonet A, Vázquez A, de Pablo R, Torres A, de La Cal MA, Macías S, (1999) Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Alaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med* 159: 512–518
  30. Afessa B, Hogans L, Murphy R, (1999) Predicting 3-day and 7-day outcomes of weaning from mechanical ventilation. *Chest* 116: 456–461
  31. Stroetz RW, Hubmayr RD, (1995) Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. *Am J Respir Crit Care Med* 152: 1034–1040
  32. Lellouche F, Mancebo J, Jolliet P, Roeseler J, Schortgen F, Dojat M, Cabello B, Bouadma L, Rodriguez P, Maggiore S, Reynaert M, Mersmann S, Brochard L, (2006) A multicenter randomized trial of computer-driven protocolized weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 174: 894–900
  33. Burns KE, Lellouche F, Nisenbaum R, Lessard MR, Friedrich JO, (2014) Automated weaning and SBT systems versus non-automated weaning strategies for weaning time in invasively ventilated critically ill adults. *Cochrane Database Syst Rev* CD008638
  34. Ely EW, Bennett PA, Bowton DL, Murphy SM, Florance AM, Haponik EF, (1999) Large scale implementation of a respiratory therapist-driven protocol for ventilator weaning. *Am J Respir Crit Care Med* 159: 439–446