

## Physiothérapie

Procédure : Girault S., Neto I., Oestreicher V.

DS :

Validation : S. Merkli, Directrice des soins HUG

Visa :

Pr A. Perrier, Directeur médical HUG

Visa :

Classement sous : Secteur Soins Intensifs, APSI

N° : 3.03

### **Insufflation-exsufflation mécanique pour l'aide à la toux (Cough-assist®)**



## 1. Domaine

Thérapie respiratoire.

## 2. Définition, présentation et fonctionnement de l'équipement

### a) Principes de fonctionnement

L'in-exsufflateur mécanique (Cough-Assist®, Philips Respironics, 1001 Murry Ridge Lane, Murrysville, PA 15668, États-Unis) est un dispositif médical permettant l'augmentation du débit généré lors de la toux, facilitant ainsi la mobilisation de sécrétions dans l'arbre bronchique puis leur expectoration [1].

**NB :**

- Cette procédure concerne les versions E70 et CA-3200 de l'équipement Cough-Assist® (images 1 et 2 pour la description des deux modèles) ;
- Dans cette procédure, la thérapie par Cough-Assist®, sera nommée in-exsufflation.

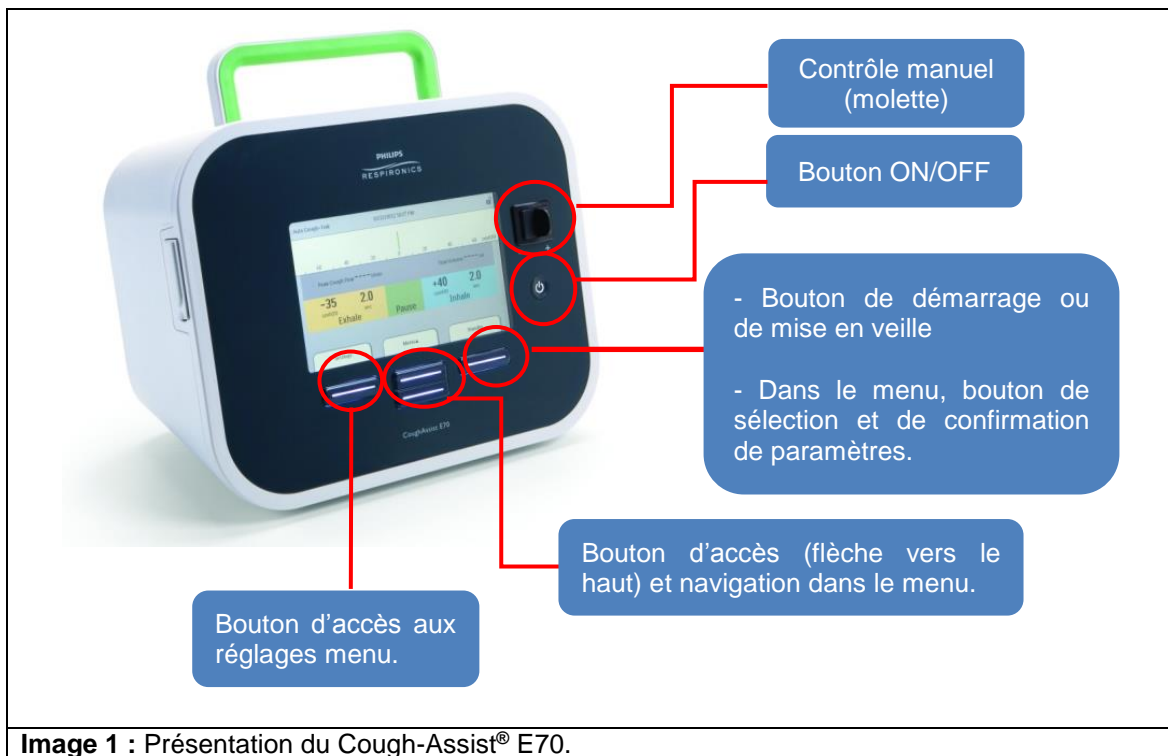
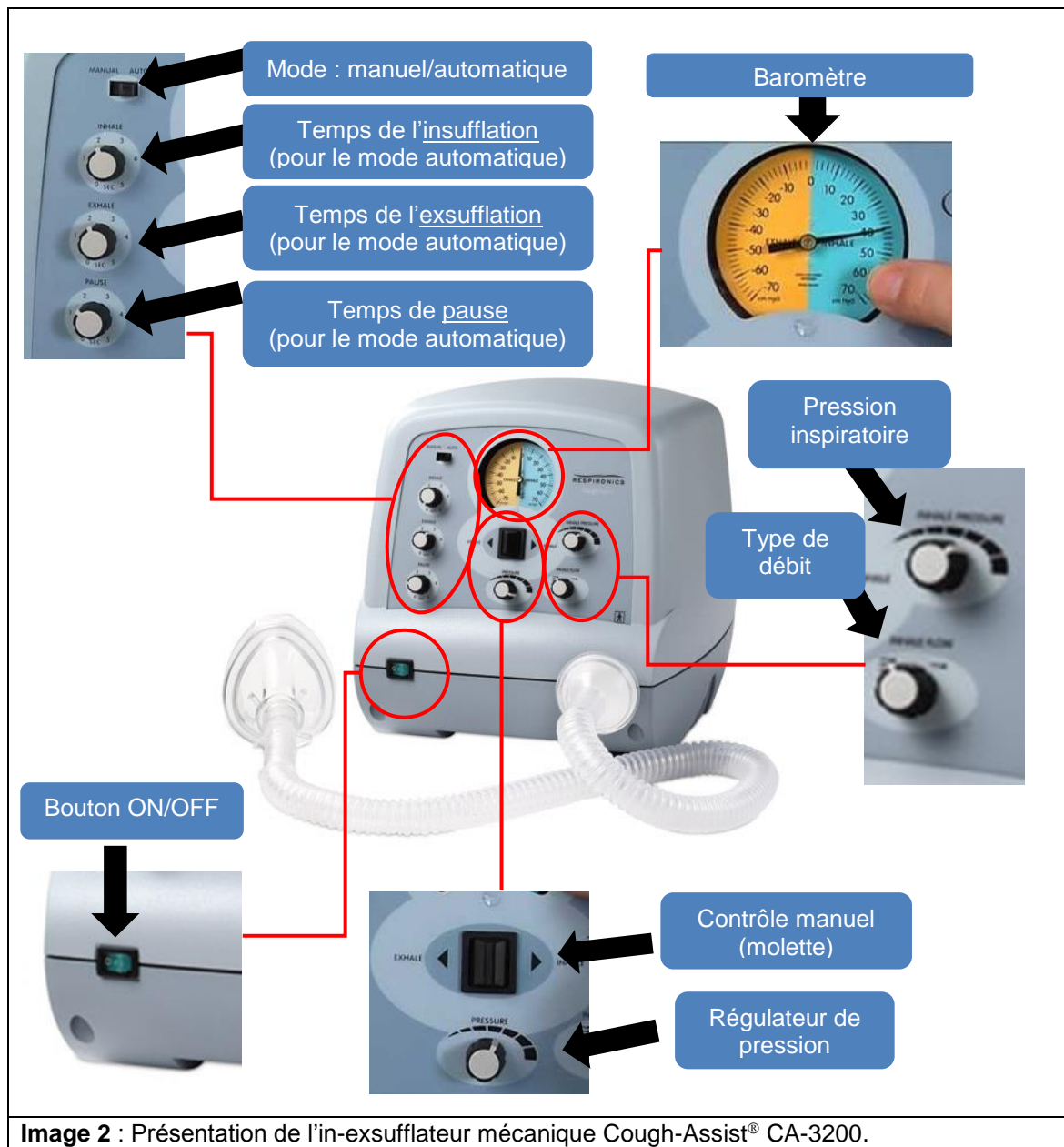


Image 1 : Présentation du Cough-Assist® E70.



**Image 2** : Présentation de l'in-exsufflateur mécanique Cough-Assist® CA-3200.

Son fonctionnement comprend deux phases principales :

- 1- Insufflation (le patient inspire profondément) : une pression positive est fournie de façon à favoriser une insufflation maximale des poumons.
- 2- Exsufflation (le patient tousse) : une pression négative est appliquée pendant que le patient tousse.

La transition entre les deux phases se fait rapidement, pour simuler les changements de débit se produisant naturellement durant la toux [1].

**NB** : Une « troisième phase » a lieu après la phase d'exsufflation : il s'agit d'un temps de pause entre la fin de la toux et le début de la prochaine inspiration.

#### b) Modes d'utilisation

Deux modes sont disponibles : manuel ou automatique.

- En mode manuel, le physiothérapeute programme seulement les deux niveaux de pression. Il gère manuellement la durée de chaque phase.

- En mode automatique, il faut en plus régler la durée de chacune des trois phases.

Le choix du mode doit se baser sur les préférences des patients et physiothérapeutes, le niveau de synchronie patient-machine et l'objectif de la thérapie (traitement uniquement hospitalier ou se poursuivant à domicile, auquel cas il faut une formation de la famille dans la phase subaiguë du traitement).

Le mode manuel est en général utilisé dans les premiers temps du traitement afin d'ajuster les différents paramètres et de faciliter la synchronisation patient-machine-thérapeute [1, 2]. Le mode automatique pourra ensuite être instauré si la coordination patient/machine le permet.

### c) Autres possibilités d'utilisation

La nouvelle version de l'équipement (Cough-Assist® E70, Philips Respironics, Murrysville, PA, USA) a introduit pour le mode automatique l'utilisation d'un « trigger » inspiratoire (*cough-trak*) : le dispositif détecte l'effort de toux du patient afin d'améliorer la synchronie entre le patient et le dispositif.

Dans cette version E70, une combinaison avec la thérapie par oscillation à haute fréquence est aussi disponible, avec comme objectif la modification des propriétés viscoélastiques des sécrétions pour faciliter leur mobilisation. Dans ce mode combiné, la fréquence et l'amplitude sont réglables (entre 1 à 20 Hz et 1 à 10 cmH<sub>2</sub>O, respectivement) et peuvent être appliquées à l'insufflation, à l'exsufflation ou pendant les deux phases.

Plus récemment, dans la version 1.09 du logiciel, Philips a introduit un mode supplémentaire nommé « Advanced Auto Mode ». Dans ce mode, le thérapeute peut régler un nombre successif d'insufflations « pré-traitement ». Le thérapeute pourra régler :

- le nombre de cycles pré-traitement, au maximum de 10,
- la pression qui sera exercée, la durée de la pression,
- le temps de pause entre les cycles de pré-thérapie,
- ainsi que la répétition d'insufflations de recrutement post-thérapie.

Selon Philips, les bénéfices de cette option sont :

- L'insufflation de faibles volumes avant un cycle de toux chez les personnes présentant une hyper-réactivité des voies aériennes susceptible d'engendrer un bronchospasme.
- Un recrutement pulmonaire pré-toux afin de potentialiser un débit de pointe à la toux chez les personnes ayant recours à de l'« air stacking ».
- Le maintien d'une expansion thoracique ou pulmonaire chez les personnes à risque de développer des atélectasies persistantes.
- Une mobilisation des sécrétions des voies aériennes distales vers les proximales.

**NB** : Le trigger inspiratoire « cough-trak » est également disponible dans ce mode.

### 3. Indication et *Peak Cough Flow*

La technique d'in-exsufflation mécanique a été reconnue efficace pour les patients atteints d'une faiblesse musculaire chronique (maladie neuromusculaire) [3, 4]. D'autres patients

pourront également bénéficier de cette thérapie, notamment ceux dont l'encombrement provoquerait un risque élevé de réintubation [4, 5] ;

L'indication à la thérapie est, en général, faite à partir de l'évaluation du *peak flow* à la toux (*peak cough flow*, PCF) qui peut être mesuré à l'aide d'un *peak flow meter* standard associé à un masque naso-buccal. Le résultat déterminera l'indication ou non à l'utilisation du Cough-Assist® (image 3) ;

- Une valeur inférieure à 160 Litres/minute de PCF signale une toux inefficace et par conséquent une incapacité à protéger les voies aériennes correctement [6, 7] : le Cough-Assist® est donc indiqué dans ces situations ;

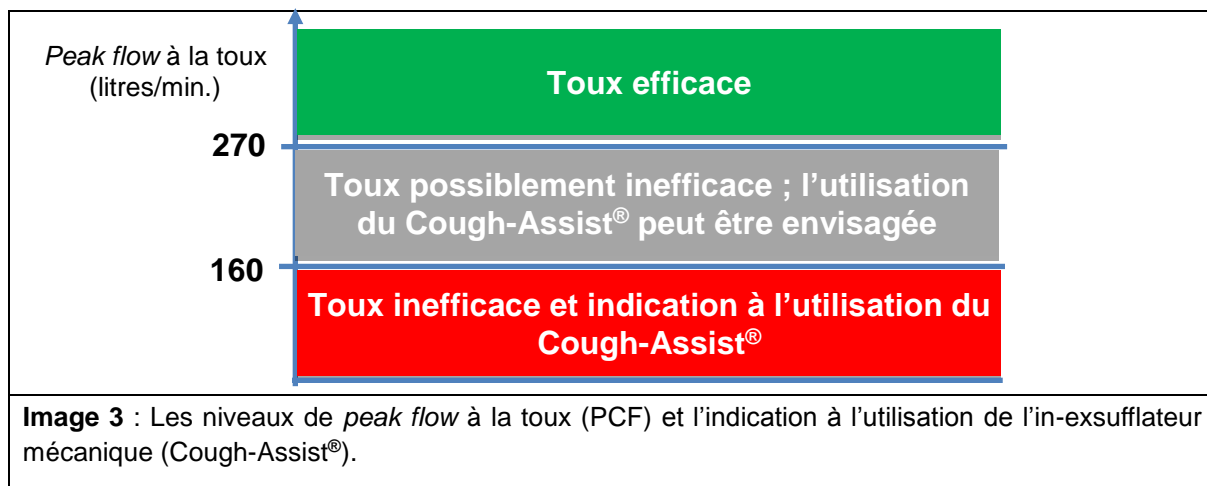
- Un PCF > 270 L/min permettrait une toux efficace contre les infections respiratoires [8, 9], il n'y a donc pas d'indication claire pour l'utilisation du Cough-Assist® ;

- Les patients présentant un PCF situé entre 160 et 270 L/min ont un fort risque de chute du PCF en cas de péjoration de la condition respiratoire et doivent donc bénéficier d'une surveillance renforcée [9, 10] : dans ces situations la question de l'utilisation du Cough-Assist® peut se poser.

**NB :**

- Chez les patients atteints d'une maladie neuromusculaire, certaines recommandations internationales suggèrent l'implémentation du Cough-Assist® dès que le PCF est inférieur à 270 L/min [11, 12].

- Interfaces invasives : Il n'y a pas assez de littérature sur le sujet pour établir des indications relatives au PCF.



#### 4. Limites / Risques

- Le manque de coopération du patient peut être un frein à l'utilisation du Cough-Assist®. Il est donc nécessaire d'essayer cette technique en prenant le temps d'une éducation plus longue [13, 14] ;

- L'utilisation du Cough-Assist® engendre les mêmes risques que tous les dispositifs de pression positive, à savoir : distension abdominale, inconfort, pneumothorax, effets cardiovasculaires néfastes et aggravation du reflux gastro-œsophagien [15] ;

- Des cas de collapsus des voies respiratoires hautes chez des patients souffrant de sclérose latérale amyotrophique (SLA) avec atteinte bulbaire ont été rapportés [16, 17] ; l'atteinte bulbaire peut donc être une limite au traitement.

## 5. Contre-indications

- L'asthme et le bronchospasme non-régulés [1] ;
- L'hémoptysie importante [1] ;
- Patients hypotendus [1, 14] ;
- Le pneumothorax est une contre-indication absolue s'il n'est pas drainé [13] ; il requiert une décision médicale s'il est en cours de drainage, et même s'il s'agit d'un ancien pneumothorax résolu il faudra utiliser le dispositif avec précaution [1, 18] ;
- Malgré un manque de littérature sur ces sujets, nous suggérons encore le trauma facial/crânien à risque de pneumocrâne et lésion pulmonaire aiguë (LPA) / syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA).

## 6. Matériel utilisé et exemples de montage (image 4)



**Image 4 :** Exemples de montage du circuit et du matériel nécessaire pour les Cough-Assist® E70. A – interface non-invasive ; B – interface invasive.

NB : le circuit et le matériel restent les mêmes avec le Cough-assist®, version 3200.

- Cough-Assist® (des accessoires peuvent y être ajoutés, tels que des commandes au pied pour avoir les mains libres en mode manuel, des interfaces pour oxymétrie ou encore des batteries amovibles) ;
- Tuyau patient (intégré dans le « kit » cough-assist®) ;
- Raccord 22mmx22mm (intégré dans le « kit » cough-assist®) ;
- Filtre antibactérien (intégré dans le « kit » cough-assist®) ;
- Masque nasobuccal (intégré dans le « kit » cough-assist®) ou raccord pour utilisation invasive (trachéotomie ou intubation orotrachéale). Un embout buccal peut éventuellement être utilisé si le masque ne convient pas, mais l'étanchéité entre la bouche et l'embout doit être garantie ;
- Chez les patients oxygénodépendants : le Cough-Assist®E70 est compatible avec un apport d'oxygène supplémentaire jusqu'à un débit de 30L/min ; en revanche il n'est pas possible d'ajouter de l'oxygène au circuit du Cough-Assist®3200 ;
- Chez les patients plus dépendants ou ventilés de manière invasive, sondes d'aspiration (ou canule de Yankauer) et système d'aspiration opérationnel préalablement préparés.

## 7. Paramétrage de l'équipement

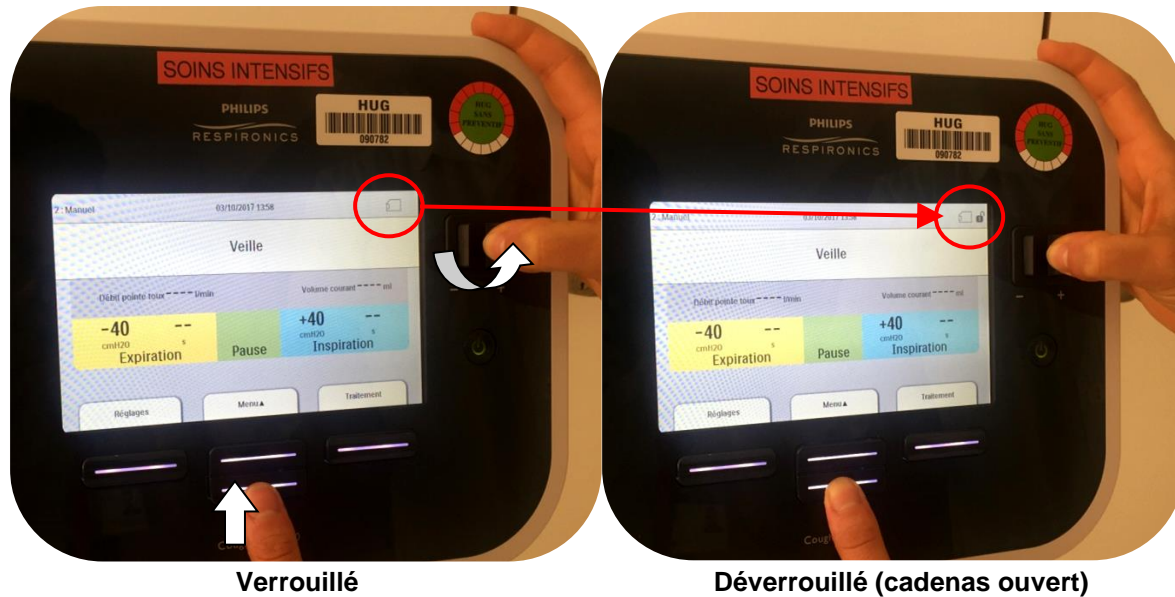
**!!! Important :** Pour une question de sécurité, Il est impératif de vérifier les réglages de l'équipement avant chaque intervention.

a) Allumer l'équipement en appuyant sur le bouton ON/OFF.

b) Choisir le mode voulu :

Cough-Assist®, modèle E70	Cough-Assist®, modèle CA-3200
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déverrouiller le Cough-Assist® (cf. Image 5).</li> <li>• Sélectionner la touche gauche, « Réglages ».</li> <li>• Dans le menu qui s'affiche, en utilisant le bouton central de navigation, mettre « Mode » en surbrillance.</li> <li>• Utiliser la touche droite pour sélectionner et pouvoir modifier le mode.</li> <li>• Ensuite, le bouton central permettra de modifier le mode voulu.</li> <li>• Finalement, utiliser de nouveau la touche droite pour confirmer le mode choisi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déplacer le bouton « mode » vers la gauche pour une utilisation « manuelle » ou vers la droite pour une utilisation « automatique ».</li> </ul>

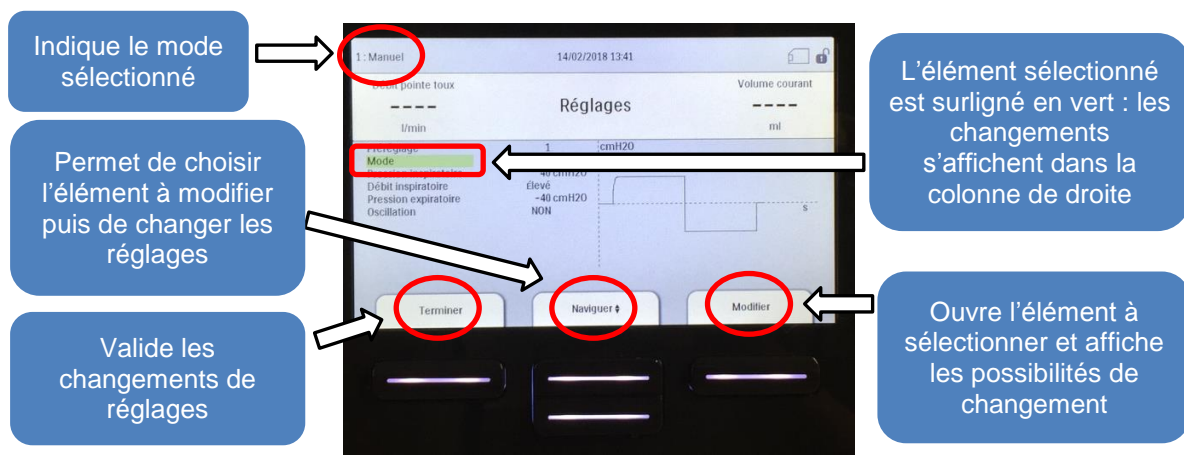
a) **Déverrouillage** : Appuyer quelques secondes simultanément sur le bouton du bas et la molette vers la droite: un cadenas ouvert apparaît



**Verrouillé**

**Déverrouillé (cadenas ouvert)**

b) **Menu réglages** : Appuyer sur « Modifier », puis « Naviguer » pour changer les réglages désirés ; puis valider les nouveaux réglages avec « Terminer ».



**Image 5** : Paramétrage du Cough-Assist® E70

c) Définir la pression d'exsufflation.

Cough-Assist®, modèle E70	Cough-Assist®, modèle CA-3200
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrer dans le menu « Réglages » pour définir le niveau de la pression d'exsufflation (jusqu'à 70 cmH<sub>2</sub>O)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloquer complètement l'extrémité distale du circuit patient.</li> <li>• Déplacer la molette (bouton central) vers la gauche et maintenir cette position.</li> <li>• Tourner le bouton central de « pression » jusqu'à l'obtention du niveau ciblé (jusqu'à 60 cmH<sub>2</sub>O).</li> <li>• Relâcher la molette ; le niveau de pression doit revenir à zéro.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Régler cette pression sur -15 ou -20 cmH<sub>2</sub>O, la tester sur 1-2 cycles puis augmenter jusqu'à obtenir une remontée des sécrétions [1].</li> </ul>	



d) Définir la pression d'insufflation.

Cough-Assist®, modèle E70	Cough-Assist®, modèle CA-3200
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrer dans le menu « Réglages » pour définir le niveau de la pression d'insufflation (jusqu'à 70 cmH<sub>2</sub>O)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bloquer complètement l'extrémité distale du circuit patient.</li> <li>Déplacer la molette (bouton central) vers la droite et maintenir cette position.</li> <li>Tourner le bouton de « pression inspiratoire » jusqu'à l'obtention du niveau ciblé (jusqu'à 60 cmH<sub>2</sub>O).</li> </ul> <p>(NB. : ce modèle ne permet pas l'utilisation d'une pression d'insufflation supérieure à celle d'expiration)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relâcher la molette ; le niveau de pression doit revenir à zéro.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Régler la pression d'insufflation initiale à +15 ou +20 cmH<sub>2</sub>O, à tester sur 1-2 cycles et à augmenter jusqu'à apporter une inspiration maximale [1].</li> </ul>	

**NB :** Des pressions d'insufflation et d'expiration d'environ 40 cmH<sub>2</sub>O sont souvent utilisées car généralement adéquates pour les patients [2, 19] ; elles pourront toutefois atteindre des valeurs jusqu'à 60-70 cmH<sub>2</sub>O en cas de compliance pulmonaire réduite ou d'importantes résistances des voies aériennes.

e) Définir les temps de chaque composante du cycle ventilatoire (seulement pour le mode automatique).

Cough-Assist®, modèle E70	Cough-Assist®, modèle CA-3200
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrer dans le menu « Réglages » pour définir les temps d'insufflation, d'expiration et de pause.</li> <li>Chaque paramètre de temps peut être réglé entre 0,0 secondes et 5,0 secondes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser les trois boutons placés sur la gauche de l'appareil (cf image 2), pour définir les temps d'insufflation, d'expiration et de pause.</li> <li>Chaque paramètre peut être réglé entre 0,0 secondes et 5,0 secondes.</li> </ul> <p>(NB : Des valeurs intermédiaires sont difficiles à définir puisqu'il s'agit des boutons à rotation libre.</p>

f) Réglages additionnels (débit inspiratoire, cough-trak et oscillation).

Cough-Assist®, modèle E70	Cough-Assist®, modèle CA-3200
<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser la même procédure de modification du « Mode » (cf. Image 5) pour définir le débit inspiratoire, activer le <i>cough-trak</i> ou pour activer l'oscillation et définir ses paramètres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour régler le <u>débit inspiratoire</u>, utiliser le bouton « <i>inhale flow</i> » à droite (cf image 2)</li> <li>Ce bouton permet deux positions, bas débit (3,3 litres/seconde) vers la gauche et haut débit (10 litres/seconde) vers la droite.</li> </ul>
<b>Débit inspiratoire</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Le débit inspiratoire peut être réglé sur <u>Bas</u>, <u>Moyen</u> et <u>Élevé</u>, selon le rendement et le confort du patient.</li> </ul>	
<b>Cough-trak</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Seulement disponible en mode « automatique ».</li> <li>Fonction réglable sur <i>Oui</i> ou <i>Non</i>.</li> <li>Si activée, la pression délivrée est synchronisée à l'effort d'inspiration du patient.</li> </ul> <p><b>NB</b> Lorsque que cette fonction est activée, le réglage « temps de pause » est désactivé et l'utilisateur ne peut pas l'ajuster.</p>	
<b>Oscillation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonction réglable sur <i>Oui</i> ou <i>Non</i>.</li> <li>Si activée, définir si l'oscillation sera présente à l'inspiration, à l'expiration ou pour les deux moments.</li> <li>Ensuite, les niveaux d'amplitude et de fréquence de l'oscillation devront être paramétrés (entre 1 à 10 cmH<sub>2</sub>O et 1 à 20 Hz, respectivement).</li> </ul>	

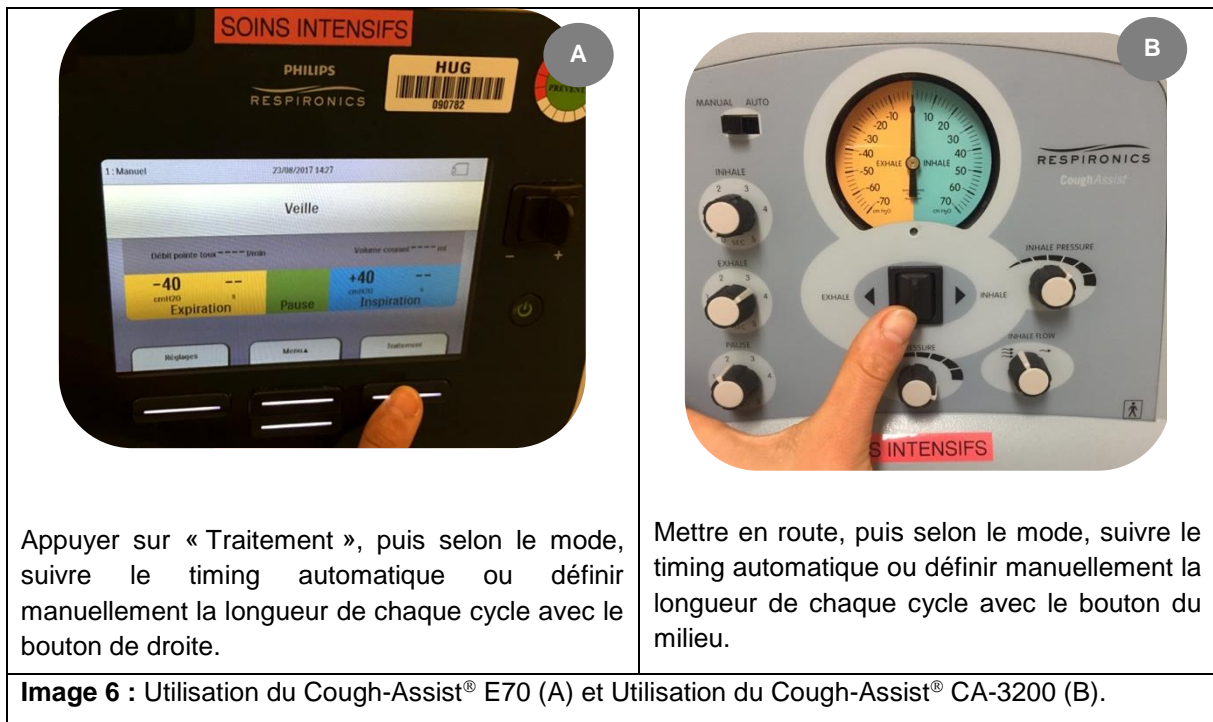
## 8. Déroulement du traitement

- Expliquer au patient le déroulement du traitement par l'in-exsufflation mécanique et les résultats attendus ;
- Vérifier que le patient est correctement installé (redressé le plus possible au lit ou en position assise) de manière à potentialiser l'efficacité du traitement ;
- Monter le circuit patient pour une utilisation non-invasive ou l'adapter pour une utilisation invasive (cf image 4) ;
- Brancher l'équipement à la prise électrique (pas toujours nécessaire car le Cough-Assist® E70 permet l'utilisation sur batterie si module ; à confirmer au préalable) ;
- Après avoir paramétré l'équipement, faire une démonstration de son fonctionnement au patient. Il peut être utile de faire un essai à « vide » pour l'habituer au bruit du dispositif et lui montrer les changements de pressions [14] ;
- Avertir le patient du début de la thérapie et placer l'interface. Dans le cas de l'utilisation d'une interface non-invasive, s'assurer de son étanchéité ;
- En mode manuel (sur le modèle E70, appuyer d'abord sur la touche « traitement »),

déplacer la mollette vers la gauche afin d'initier la phase inspiratoire, et stimuler le patient à inspirer. Puis déplacer cette même mollette vers la droite pour enclencher la phase expiratoire (cf. image 6) ; stimuler alors le patient (oralement ou manuellement) à tousser de manière vigoureuse ;

- Le temps d'expiration sera maintenu pendant 3 à 5 secondes, selon les expectorations obtenues et le confort du patient (chercher une augmentation audible de la qualité de la toux) [1] ; pendant ce temps le thérapeute stimulera la toux oralement (« Toussez fort ! ») et/ou en appliquant une compression abdominale ;
- Le temps d'insufflation doit permettre d'atteindre la capacité pulmonaire totale tout en respectant le confort du patient [1] ; pendant ce temps le thérapeute stimulera l'inspiration oralement (« Inspirez profondément ! ») et/ou en appliquant un ou des stretches ;
- Reprendre le traitement et évaluer son efficacité [14] ;
- Si la technique est efficace, renouveler ce processus jusqu'à que le patient soit désencombré [1, 14] ;
- La durée de la séance devra varier en fonction de l'état de fatigue du patient et de son encombrement [1, 13, 14]. Dans le cas d'un patient très encombré, une séance peut durer jusqu'à 60 minutes s'il le supporte [1, 14].

**NB :** La coordination est un des points-clés du traitement. L'utilisation du Cough-Assist® requière la participation active du patient [20] : Ce dernier doit apprendre à coordonner son inspiration pendant l'insufflation et sa toux pendant l'expiration. Le thérapeute aura alors un rôle de coordinateur via ses ordres oraux et/ou ses manœuvres manuelles.



## 9. Précautions

- Toujours vérifier les réglages avant utilisation [13, 18] ;
- Les constantes respiratoires et cardiovasculaires devront être monitorées pendant et après la séance, surtout chez les patients instables au niveau cardiaque [1, 13, 18] ;
- Enfin, les signes cliniques du patient seront eux aussi étroitement observés afin d'éviter l'épuisement musculaire : dyspnée, fréquence respiratoire, signes de tirages respiratoires. Pour retarder la fatigue musculaire, il convient de respecter un temps de repos entre chaque session d'in-exsufflation [1, 13, 14]. Dans les cas de patients ventilés, la reprise de la ventilation peut aider à récupérer et ainsi potentialiser la participation du patient aux prochains cycles de thérapie ;
- La saturation en oxygène est également à surveiller étroitement ;
- Utiliser de préférence à distance des repas [13, 15].

## 10. Situations spéciales

### a) Patients ventilo-dépendants

Chez les patients ventilo-dépendants, l'utilisation du Cough-Assist® est également réalisable et fortement recommandée si le PCF du patient met en évidence un besoin d'assistance à la toux. Le patient ne sera alors pas ventilé pendant de la séance, mais il semblerait que le Cough-Assist® apporte un soutien ventilatoire via la pression d'insufflation [20].

### b) Patients intubés ou trachéotomisés

Il a été démontré que l'utilisation du Cough-Assist® a une efficacité supérieure sur le désencombrement et assure au patient un meilleur confort par-rapport aux aspirations endotrachéales simples [2, 19].

Le débit inspiratoire de pointe est diminué par les tubes endotrachéaux ou les canules de trachéotomie, car les résistances des voies aériennes sont augmentées. Plus le diamètre du tube est petit, plus la résistance sera grande et donc plus la pression d'insufflation devra être élevée afin d'atteindre la capacité pulmonaire totale du patient : des pressions plus importantes de l'ordre de 60-70 cmH<sub>2</sub>O pourraient ainsi être atteintes [2, 19]. Le ballonnet devra alors être sur-gonflé lors de cette procédure afin de minimiser les fuites.

**NB** : L'aspiration des sécrétions dans le tube endotrachéal serait facilitée par l'introduction et le maintien de la sonde d'aspiration dans le raccord du masque/tube/canule lors des manœuvres [5] tout en maintenant l'étanchéité. Attention, comme pour les aspirations endotrachéales simples, la sonde d'aspiration ne devrait pas dépasser le tube ou la canule afin d'éviter tout contact avec la muqueuse trachéale qui risquerait d'engendrer des saignements ou une irritation [20].

## 11. Entretien

- A chaque nouveau patient : Le circuit (interface, tuyau, raccords, filtre) étant patient-unique, il est à changer. Le Cough-Assist® est lui à désinfecter au Des-Sur®.
- Pour un même patient : changement d'interface et de tuyau en cas de souillure de ceux-ci par des sécrétions.

## Bibliographie

1. Chatwin, M., *How to use a mechanical insufflator--exsufflator "cough assist machine"*. *Breathe*, 2008. **4**(4): p. 320-329.
2. Gonçalves, M.R. and J.C. Winck, *Commentary: Exploring the potential of mechanical insufflation--exsufflation*. *Breathe*, 2008.
3. Chatwin, M., E. Ross, N. Hart, A.H. Nickol, M.I. Polkey, and A.K. Simonds, *Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness*. *Eur Respir J*, 2003. **21**(3): p. 502-8.
4. Winck, J.C., M.R. Goncalves, C. Lourenco, P. Viana, J. Almeida, and J.R. Bach, *Effects of mechanical insufflation-exsufflation on respiratory parameters for patients with chronic airway secretion encumbrance*. *Chest*, 2004. **126**(3): p. 774-80.
5. Goncalves, M.R., T. Honrado, J.C. Winck, and J.A. Paiva, *Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial*. *Crit Care*, 2012. **16**(2): p. R48.
6. Bach, J.R., *Amyotrophic lateral sclerosis: predictors for prolongation of life by noninvasive respiratory aids*. *Arch Phys Med Rehabil*, 1995. **76**(9): p. 828-32.
7. Bach, J.R. and L.R. Saporito, *Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. A different approach to weaning*. *Chest*, 1996. **110**(6): p. 1566-71.
8. Sancho, J., E. Servera, J. Diaz, and J. Marin, *Predictors of ineffective cough during a chest infection in patients with stable amyotrophic lateral sclerosis*. *Am J Respir Crit Care Med*, 2007. **175**(12): p. 1266-71.
9. Tzeng, A.C. and J.R. Bach, *Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease*. *Chest*, 2000. **118**(5): p. 1390-6.
10. Bach, J.R., Y. Ishikawa, and H. Kim, *Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy*. *Chest*, 1997. **112**(4): p. 1024-1028.
11. Strickland, S.L., B.K. Rubin, G.S. Drescher, C.F. Haas, C.A. O'Malley, T.A. Volsko, R.D. Branson, D.R. Hess, and I.T. American Association for Respiratory Care, *AARC clinical practice guideline: effectiveness of nonpharmacologic airway clearance therapies in hospitalized patients*. *Respir Care*, 2013. **58**(12): p. 2187-93.

12. Finder, J.D., D. Birnkrant, J. Carl, H.J. Farber, D. Gozal, S.T. Iannaccone, T. Kovesi, R.M. Kravitz, H. Panitch, C. Schramm, M. Schroth, G. Sharma, L. Sievers, J.M. Silvestri, L. Sterni, and S. American Thoracic, *Respiratory care of the patient with Duchenne muscular dystrophy: ATS consensus statement*. Am J Respir Crit Care Med, 2004. **170**(4): p. 456-65.
13. Riffard, G., A. Jouve, and P. Labeix, *Que faire en cas d'inefficacité de la toux?: Intérêt et modalités d'utilisation du Cough-Assist®*. Kinésithérapie, la revue, 2010. **10**(103): p. 11-17.
14. Toussaint, M., M. Steens, and P. Soudon, *L'insufflation-exsufflation mécanique (Cough-Assist® et Pegaso®): bases physiologiques, indications et recommandations pratiques*. Réanimation, 2009.
15. Homnick, D.N., *Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance*. Respir Care, 2007. **52**(10): p. 1296-305; discussion 1306-7.
16. Sancho, J., E. Servera, J. Diaz, and J. Marin, *Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation in medically stable patients with amyotrophic lateral sclerosis*. Chest, 2004. **125**(4): p. 1400-5.
17. Andersen, T., A. Sandnes, A. Brekka, M. Hilland, H. Clemm, O. Fondenes, O.-B. Tysnes, J.-H. Heimdal, T. Halvorsen, M. Vollsæter, and O. Røksund, *Laryngeal response patterns influence the efficacy of mechanical assisted cough in amyotrophic lateral sclerosis*. Thorax, 2016. **72**(3).
18. *Manuel de l'utilisateur - Cough-Assist E70*.
19. Guerin, C., G. Bourdin, V. Leray, B. Delannoy, F. Bayle, M. Germain, and J.C. Richard, *Performance of the coughassist insufflation-exsufflation device in the presence of an endotracheal tube or tracheostomy tube: a bench study*. Respir Care, 2011. **56**(8): p. 1108-14.
20. Toussaint, M., *The use of mechanical insufflation-exsufflation via artificial airways*. Respir Care, 2011. **56**(8): p. 1217-9.