



Institut Régional de  
Formation aux Métiers  
de Rééducation  
et de Réadaptation  
Pays de la Loire

**MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**



*Liberté • Égalité • Fraternité*

**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**

INSTITUT de FORMATION REGIONAL aux METIERS  
de la REEDUCTION et READAPTATION

Pays de La Loire

54, rue de la Baugerie – 44230 Saint SEBASTIEN SUR  
LOIRE

**Patients en post-opératoire d'une chirurgie  
cardiaque : effets de l'association de la ventilation  
non-invasive et des aérosols de sérum physiologique  
sur le désencombrement bronchique**

**Diane PASQUIER**

Travail Ecrit de Fin d'Etudes  
En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

Année scolaire : 2013-2014

**REGION DES PAYS DE LA LOIRE**



# Résumé

---

**Introduction:** L'objectif est d'évaluer au cours d'une étude préliminaire les effets de la ventilation non invasive (VNI) et des aérosols de sérum physiologique chez des patients en post-opératoire d'une chirurgie cardiaque lors d'une séance de kinésithérapie respiratoire dans un service de réanimation. Du fait des troubles ventilatoires et du syndrome restrictif présents chez ces patients, la VNI sera proposée afin de suppléer les muscles respiratoires déficitaires et d'améliorer la ventilation alvéolaire. L'aérosolthérapie est ensuite mise en place afin d'humidifier l'arbre bronchique. **Problématique** Le couplage des deux techniques permet-il d'améliorer l'efficacité du drainage bronchique ? **Matériel et Méthode:** 13 patients ont été inclus dans l'étude, un aérosol de sérum physiologique a été délivré durant la VNI dont la PEP et l'aide inspiratoire (AI) ont été déterminées. A différents temps, plusieurs mesures (le pourcentage de fuites, la différence entre le volume courant insufflé et expiré (dVt), les pressions, ont été colligé ainsi que la réalisation d'une auscultation et la mesure de la SpO2. **Résultats :** dVt minime pour 6 patients, dVt importante avec majoration des fuites pour 6 patients. Augmentation du murmure vésiculaire et de la SpO2 au cours du temps pour tous les patients. **Conclusion** l'hypoxémie diminue et la ventilation alvéolaire s'améliore. L'utilisation d'un respirateur synchronisé sur le temps inspiratoire avec la délivrance d'aérosols semble plus recommandée qu'un respirateur non synchronisé.

## Mots Clés

---

- Ventilation non invasive
  - aérosolthérapie
  - Interface
  - Chirurgie cardiaque
  - Réanimation
- 
- Non invasive ventilation
  - Aerosoltherapy
  - Interface
  - Cardiac surgery
  - Urgency

# Sommaire

---

1	Introduction .....	1
2	Contextualisation.....	4
2.1	Incidence de la chirurgie cardiaque.....	4
2.2	Ventilation non invasive (VNI) avec aérosolthérapie: .....	4
2.3	Rôle du Kinésithérapeute (MK) .....	4
3	Aérosolthérapie .....	5
3.1	Définition et physiopathologie :.....	5
3.2	Différents médicaments.....	6
3.3	Différents systèmes d'aérosolthérapie.....	6
4	VNI.....	7
4.1	Définition.....	7
4.2	Indications et contre-indications .....	7
4.3	Interfaces .....	8
4.4	Fuites .....	9
4.5	Réglages de la VNI .....	9
4.6	Effets .....	12
5	VNI associée à l'aérosolthérapie .....	12
5.1	Impaction des aérosols avec VNI.....	12
6	Matériel et Méthode .....	13
6.1	Population .....	13
6.2	Protocole .....	13
6.3	Matériel .....	16
6.4	Analyse des données. ....	17
7	Résultats .....	17
8	Discussion .....	20
9	Conclusion.....	25

Bibliographie

Annexe

## **1 Introduction**

J'ai réalisé ce travail de fin d'étude suite à un stage effectué en septembre 2013 dans le service de réanimation de Chirurgie Thoracique Cardiaque et Vasculaire (CTCV) à l'hôpital Nord Laënnec à Nantes. D'après les articles R4321-1 et R4321-13 du Code de la Santé Publique, la réanimation est définie comme un champ d'activités où le masseur-kinésithérapeute (MK) peut exercer. (1) J'ai été amenée à voir dans ce service des patients présentant des complications pulmonaires suite à une chirurgie cardiaque. Parmi celles-ci sont présents des troubles ventilatoires avec un haut risque d'atélectasie.

En effet une chirurgie cardiaque nécessite une anesthésie générale avec intubation ventilation couplée à une circulation extra corporelle (CEC), une sternotomie avec pause de drains péricardiques et ou pleuraux. Lors de la CEC le poumon n'est alors plus ventilé durant ce temps opératoire et la formation de micro-atélectasies peut survenir.

En réanimation CTCV, la résorption des anesthésiants et l'administration de fortes doses de dérivés morphiniques pour lutter contre la douleur, favorise le fait que les patients soient peu stimulables.

Un syndrome restrictif survient du fait de la sternotomie, de la CEC, de l'immobilisme et des effets secondaires des anesthésiants et antidouleurs. La compliance thoraco-pulmonaire qui est très diminuée participe aux complications post-opératoires. Des troubles ventilatoires liés à la faillite de la pompe respiratoire, induite par une augmentation des résistances et par une charge de travail majorée peuvent apparaître, associés à une sidération du diaphragme. (2)

Ces patients dans ce contexte ont tendance à hypoventiler, ils peuvent perdre 40% de leur capacité totale pulmonaire (CPT) avec une chute du VEMS et leur capacité à tousser est altérée. (3)

Les compétences du MK en réanimation peuvent se caractériser par deux critères, le rôle fonctionnel et le rôle respiratoire. « Ils participent ainsi à la prise en charge pluridisciplinaire de ces patients dont le pronostic vital est engagé. » (4)

Le rôle fonctionnel regroupe la prévention des troubles liés au décubitus, la prise en charge des complications locomotrices et la récupération fonctionnelle.

Quant au rôle respiratoire, il comprend principalement le désencombrement bronchique, la surveillance des paramètres vitaux, le maintien et la récupération de l'intégrité de la ventilation.

La prise en charge kinésithérapique fait alors partie du traitement des troubles post opératoires. (5)

Le traitement habituel délivré en réanimation, s'effectue de manière manuelle au travers du drainage bronchique et de manière instrumentale, avec un possible recours à la ventilation non invasive (VNI).

La VNI fait partie des compétences du kinésithérapeute dans un cadre de rééducation respiratoire au sein d'un service de CTCV en réanimation (6) cependant elle nécessite une formation spécifique afin d'être initiée et réajustée correctement en fonction du patient. Je me suis alors posée plusieurs questions à son sujet à savoir :

- Comment fonctionne-t-elle et quels réglages doivent-êtré effectués ?
- Dans quelles conditions est-elle prescrite ?
- Quels bénéfices apporte – t-elle ?
- Comment choisir une interface ?
- Est-elle efficace chez des patients en post-opératoires d'une chirurgie cardiaque ?

Les pratiques du service amènent à utiliser à la fois la VNI et le sérum physiologique ou autre type d'aérosols pour le traitement. Il est apparu que l'on pouvait associer la VNI à l'aérosolthérapie. En revanche aucune étude n'apparaît sur les effets, les limites et les éventuels bénéfices d'une association d'aérosols de sérum physiologique au cours de la VNI chez des patients en post-opératoires d'une chirurgie cardiaque.

Afin de conserver les bienfaits de la VNI (à savoir suppléer les muscles inspiratoires et améliorer la ventilation alvéolaire), une hypothèse se pose alors d'ajouter les aérosols à cette dernière. Quelles sont alors les conséquences d'une telle association sur la séance de kinésithérapie respiratoire et influence-t-elle le drainage bronchique ?

D'où mon équation de recherche :

*(Aérosolthérapie OU nébulisation) ET sérum physiologique ET ventilation non invasive ET (chirurgie cardiaque OU sternotomie) ET (interface OU masque) ET (réanimation OU post-opératoire).*

Cette aérosolthérapie est réalisée avec des appareils pneumatiques nécessitant le réglage d'un débit qui se surajoute à celui de la VNI. Quelles vont alors être les effets des aérosols de sérum physiologique sur le drainage bronchique alors qu'ils sont à l'origine d'une augmentation des débits ?

Nous pouvons formuler la problématique suivante :

**« En quoi l'association d'aérosols de sérum physiologique et de VNI chez des patients en post-opératoire d'une chirurgie cardiaque aide au drainage bronchique ? »**

Dans un premier temps, nous détaillerons les principes et les fonctionnements respectifs de l'aérosolthérapie et de la VNI. Puis nous présenterons la méthodologie ainsi que l'analyse des résultats. Par la suite nous exploiterons ces résultats au sein de la discussion.

## **2 Contextualisation**

### **2.1 Incidence de la chirurgie cardiaque**

Dans le service de réanimation post-chirurgie cardiaque, les patients opérés par sternotomie sont extubés environ 8 heures après leur arrivée dans le service et sont susceptibles de présenter des complications respiratoires.

### **2.2 Ventilation non invasive (VNI) avec aérosolthérapie:**

La VNI (5) sera proposée lorsque les patients présentent une dégradation de la ventilation alvéolaire, une diminution du recrutement alvéolaire, un affaiblissement des muscles respiratoires, un encombrement et une hypoxémie et /ou une hypercapnie.

La VNI sera également préconisée (7) afin de corriger ou normaliser les gaz du sang (pH, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, Bicarbonates,...)

Pour ces patients bénéficiant déjà au préalable d'une VNI, pourra être associée une aérosolthérapie.

Parmi les critères de mise en place d'aérosols figurent la présence d'un encombrement proximal ou distal afin de permettre un mouvement des sécrétions. Par ailleurs le choix du sérum physiologique permettra probablement de fluidifier les sécrétions, et d'humidifier les voies aériennes supérieures qui sont asséchées par l'oxygénothérapie et l'important débit d'air pulsé. (8)

### **2.3 Rôle du Kinésithérapeute (MK) (9)**

En réanimation, le MK détient trois rôles (5) : observer, traiter, surveiller, afin de maintenir et récupérer l'intégrité de la ventilation.

Le premier temps dédié à l'observation, permet à partir des connaissances, des données sémiologiques, du dossier médical et de l'examen du patient, d'élaborer un diagnostic masso-kinésithérapique. L'oxygénothérapie, la mécanique ventilatoire seront étudiés afin de déterminer le traitement le plus optimal.

Il en découlera un choix de techniques avec notamment l'utilisation de la VNI dans cette étude. Le choix du respirateur sera déterminant au niveau de l'efficacité, les réglages feront parties des compétences du MK, tout comme le choix de l'interface. Au cours de cette phase,

le MK devra détecter les limites et les possibilités qui s'offrent à lui afin d'ajuster le traitement.

Par la suite, un temps de surveillance sera mis en place avant de prévenir la survenue d'éventuelles complications ultérieures ou d'effets indésirables. Pour cela une connaissance des différents indicateurs de surveillance (constantes, humidification des voies aériennes, hypoxémie) s'avérera nécessaire. (4)

L'auscultation permet d'évaluer l'état de l'appareil respiratoire par l'écoute des bruits. Le murmure vésiculaire, correspondant au remplissage alvéolaire lors de l'inspiration est à rechercher. Une diminution de ce dernier pourrait indiquer la présence d'une hypoventilation et par conséquent des bruits pathologiques surajoutés tel que les râles et les sibilants pourraient venir compléter cette auscultation.

### **3 Aérosolthérapie**

#### **3.1 Définition et physiopathologie :**

*« Un aérosol est un ensemble de particules liquides ou solides dispersées et transportées en suspension par un gaz. » (10)*

L'aérosolthérapie est une technique de soin consistant à nébuliser des aérosols. Parmi ses effets sont présents la lutte contre les infections, les inflammations, le bronchospasme, la fluidification des sécrétions, et l'humidification des voies aériennes. De plus, elle favorise le désencombrement si les expectorations sont purulentes et collantes. Trois modes de déposition apparaissent à savoir l'impaction par inertie, la sédimentation par gravité et la diffusion où le débit est absent au sein de l'alvéole. L'impaction apparaît à chaque obstacle rencontré au passage de l'air ou au niveau des zones de turbulences où le flux d'air est rapide. La sédimentation survient lorsque le débit est faible, et dans les bronches de petit calibre horizontal. (11)

L'intubation ventilation peut entraîner par immobilité des cils, un encombrement et un assèchement des voies aériennes. L'assèchement peut également provenir de l'utilisation de lunettes nasales en ventilation spontanée avec des débits trop importants. (8)

Le Diamètre aérodynamique médian en masse (MMAD) des particules caractérise la répartition d'aérosol en taille de gouttelettes. C'est-à-dire qu'il influence l'efficacité du dépôt dans les voies aériennes et l'arbre respiratoire.

Le mécanisme de déposition peut se faire par sédimentation, par impaction, ou encore par diffusion. Il est influencé par le mode ventilatoire choisi.



Plus la taille des particules en suspension dans le gaz est petite, plus les particules diffusent profondément au niveau de l'arbre respiratoire. (11)

Pour obtenir un dépôt alvéolaire, il est nécessaire d'avoir des particules comprises entre 1 et 3 micromètres. (12)

### 3.2 Différents médicaments

Au sein des aérosols, plusieurs sortes de médicaments (8) coexistent :

- Les Bronchodilatateurs (anticholinergiques, aminophyllines, béta2 stimulants,...) qui favorisent la bronchodilatation et le relâchement des muscles bronchiques lisses. En revanche ils ont une action néfaste sur le rythme cardiaque, puisqu'ils favorisent la survenue d'une tachycardie
- Les Corticoides ont une visée anti-inflammatoire.
- Mucolytiques : fluidifiants ou expectorants bronchiques.
- Le Sérum physiologique qui permet d'hydrater les voies aériennes et de fluidifier les sécrétions. (13) (14) (15)
- Antibiotiques

Le choix du médicament (sous prescription médicale) sera déterminé suite au bilan médical ou kinésithérapique qui évaluera l'aspect qualitatif et quantitatif des expectorations.

### 3.3 Différents systèmes d'aérosolthérapie

L'homogénéité de la taille des particules dépend en grande partie du type de générateur et du récipient d'aérosols. Il en existe plusieurs types sur le marché.

A. Dans le cas d'un nébuliseur pneumatique, un compresseur envoie un flux de gaz dans un nébuliseur ou le médicament est pulvérisé.

B. Le nébuliseur ultrasonique transforme quant à lui la solution de médicament en aérosol grâce aux vibrations d'un quartz.

C. Enfin le nébuliseur à tamis vibrant produit un aérosol par passage d'une solution au travers une membrane perméable.

Tout d'abord étudions le fonctionnement des nébuliseurs pneumatiques, utilisés la plupart du temps, du fait de leur faible coût et de leur usage à patient unique.

Lors de la ventilation mécanique ou la VNI, l'aérosol est connecté sur le circuit patient respirateur, relié à un débit d'air externe réglé entre 6 et 8 L/min. Certains respirateurs ont la capacité de synchroniser la phase d'inspiration à la phase d'insufflation du débit d'aérosol.

Le dépôt pulmonaire est atténué puisque le diamètre des particules est augmenté. Les nébuliseurs ultrasoniques ne conviennent pas aux médicaments en suspension et ont un coût élevé.

Enfin, il existe également des nébuliseurs à tamis vibrant, au sein duquel les particules sont créées au niveau d'une membrane perforée qui vibre sous l'effet d'un système électronique. Ces nébuliseurs génèrent toutes les particules présentes dans le réservoir à un diamètre constant grâce à un débit élevé. Le point fort de cette nouvelle technologie est son ergonomie ainsi que sa faculté de synchroniser l'inspiration à la nébulisation, évitant ainsi les pertes. (16)

## **4 VNI**

### **4.1 Définition**

*« La Ventilation non invasive est une technique d'assistance ventilatoire qui permet d'améliorer la ventilation alvéolaire, de suppléer en partie ou totalement les muscles inspiratoires et d'augmenter la fraction inspirée d'oxygène sans utiliser une prothèse endotrachéale. Elle est caractérisée par son interface entre le patient et le respirateur. »*  
(10)

La VNI utilisée pour des patients du service de réanimation post chirurgie thoracique sera préférentiellement celle à deux niveaux de pressions, la VS-AI-PEP (BiPAP). Elle dispose d'une aide inspiratoire (AI) et d'une pression expiratoire positive (PEP). Cette assistance va prendre en charge une partie ou l'ensemble du travail inspiratoire de façon intermittente.

### **4.2 Indications et contre-indications (17)**

L'insuffisance respiratoire aigüe en postopératoire est une bonne indication (6), que ce soit dans les suites d'une chirurgie abdominale ou thoracique.

Les principales indications sont une altération de la ventilation alvéolaire, une faiblesse des muscles inspiratoires avec hypoxémie et ou hypercapnie, et la présence d'une atélectasie.

La VNI, prescrite médicalement, est alors un choix possible et adapté de traitement. (2)

Les contre-indications sont une instabilité hémodynamique, une altération grave de la conscience, une hypoxémie sévère nécessitant une intubation immédiate, un pneumothorax non drainé, un risque d'inhalation gastrique si présence de troubles digestifs ou encore une surveillance non adaptée. De plus une intolérance de l'interface peut conduire à un arrêt de la technique en cours. En présence d'une pression artérielle basse, l'ajout d'une PEP sera évité puisqu'il détériore le retour du sang veineux au cœur droit. Son action serait alors délétère. Le patient doit être conscient et coopératif pour un fonctionnement optimal. (2)

D'autre part, l'environnement médical doit être adapté avec des professionnels formés et compétents, permettant une surveillance et un monitoring du patient.

### 4.3 Interfaces

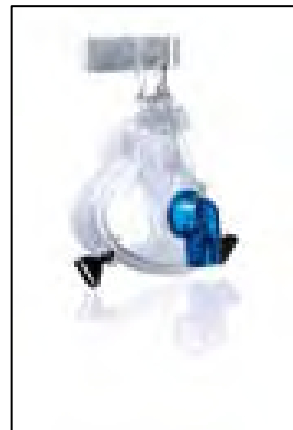
Plusieurs interfaces (18) différentes sont disponibles en fonction de la physiologie du patient et du mode ventilatoire. L'interface, adaptée au patient, joue un rôle majeur dans la tolérance et l'efficacité de la séance. Elles sont disponibles en plusieurs tailles et modèles afin de s'adapter au mieux au patient. Néanmoins, les masques actuels ne sont pas parfaitement étanches, ce qui engendre des fuites. (19)

Le masque nasal qui laisse l'orifice buccal libre ne sera pas utilisé en réanimation puisqu'il nécessite une fermeture spontanée et continue de la bouche. Les fuites seraient trop importantes chez un sujet présentant une insuffisance respiratoire aigüe.

En première intention, le masque naso-buccal (19) *figure 1 et 2* sera choisi du fait de sa facilité d'accès, de sa facilité d'emploi et de ses effets. Grâce à un appui sur l'arrête nasale, les pommettes et la lèvre inférieure ou le menton en fonction du modèle, les fuites sont moindres. Le confort est assuré par un coussinet en silicone présent au pourtour du masque en contact avec la peau. Afin d'éviter le décollement du masque suite au déclenchement de la PEP, le harnais de fixation sera ajusté. La respiration buccale et une surveillance des sécrétions sont alors possibles.



*Figure 1 : masque Fisher and Paykel Performa*



*Figure 2 : masque naso-buccal*

Le masque facial total (20) *figure 3* est également un choix intéressant puisqu'il associe simplicité, confort et efficacité. Il élimine l'inconfort lié à l'arrête nasale par scellement autour du périmètre de la face par un coussinet en silicone ou les contours sont plus lisses et la

sensibilité à la pression plus faible. La vision est dégagée, réduisant le risque de claustrophobie. Cependant cette interface a tendance à augmenter l'espace mort



*Figure 3 : masque facial Performa*

Dans tous les cas, une surveillance accrue s'avérera nécessaire afin d'éviter tout risque de lésion cutanée, la majoration des fuites, les réglages et la non tolérance par le patient.

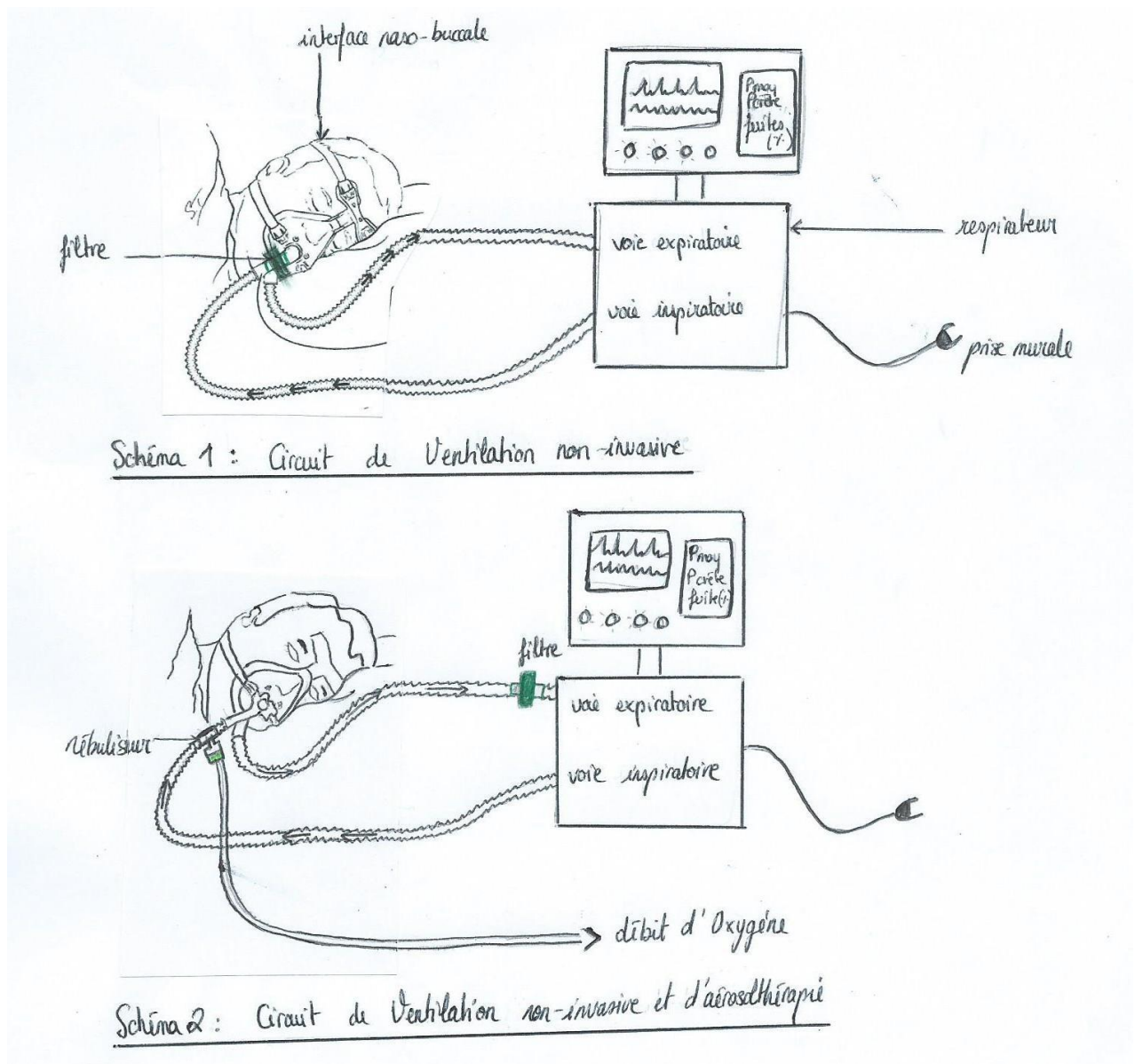
#### **4.4 Fuites**

Des fuites (20) peuvent survenir et si elles sont trop importantes il peut y avoir une asynchronie entre le patient et le respirateur. Elles sont directement calculées et compensées si elles ne sont pas trop importantes par le respirateur dans le service de réanimation et correspondent à la différence entre le volume inspiré ( $V_i$ ) et le volume expiré ( $V_e$ ). Elles augmentent la durée du temps inspiratoire parce que le respirateur ne reconnaît pas la fin du cycle respiratoire. Leur valeur basse ou nulle traduit l'efficacité de la VNI.

#### **4.5 Réglages de la VNI (9)**

D'une part le MK devra observer les paramètres cardio respiratoires et vasculaires (fréquence respiratoire (Fr), SpO<sub>2</sub>, tension artérielle (TA), type de ventilation, aspects,...) qui guideront son choix de traitement.

Dans un deuxième temps, son traitement visera à choisir l'interface, le mode et le type de ventilation. (9) Enfin une surveillance sera mise en place en accord avec le reste de l'équipe soignante compétente dans ce domaine. L'efficacité dépendant en partie des compétences des soignants à utiliser correctement la VNI en post-chirurgie cardiaque. (21) (Figures 1 et 2)



Figures 1 et 2 : Circuit de VNI seule ou avec aérosolthérapie

En présence d'un syndrome restrictif, le mode ventilatoire assisté contrôlé à deux niveaux de pressions positives VS-AI-PEP sera préconisé.

Le respirateur vient ainsi suppléer la défaillance des muscles inspirateurs, diminuant ainsi la consommation d'oxygène. Le patient continue à ventiler spontanément et module lui-même sa fréquence respiratoire, sa durée de temps inspiratoire et ses volumes.

Le mode VS-PEP (22) permet d'associer à une ventilation spontanée une pression expiratoire positive, afin d'augmenter le volume résiduel, d'éviter aux alvéoles de se collaber et de prévenir une hypoxie par augmentation de la surface d'échange.

C'est pourquoi, le mode VS-AI-PEP (23) sera privilégié en réanimation post-chirurgie cardiaque puisque l'AI prend en charge une partie du travail respiratoire. Le ventilateur va

générer une pression d'aide dans les voies aériennes lorsque le patient déclenche le trigger inspiratoire. Le trigger inspiratoire correspond à la valeur de débit inspiratoire généré en début d'inspiration par le patient et reconnu par le respirateur comme signal d'insufflation. Le trigger expiratoire est quant à lui une limite du temps inspiratoire afin d'améliorer le confort du patient. (6) Par ailleurs, une ventilation d'apnée de sécurité est déclenchée dans le cas où le patient ne déclenche pas un minimum le cycle inspiratoire.

La PEP (18), pression résiduelle maintenue dans les voies aériennes pendant l'expiration, aura pour principal effet de favoriser le recrutement alvéolaire, en les maintenant ouvertes et évitant ainsi l'effondrement des voies respiratoires. Le niveau de PEP est réglé entre 4 et 8 cm H<sub>2</sub>O.

Cependant, la PEP présente quelques inconvénients à savoir un retentissement sur l'hémodynamisme qui implique une diminution du retour veineux et du débit cardiaque.

Tandis que l'AI est ajoutée afin de stimuler l'effort respiratoire spontané du patient jusqu'à ce qu'il dépasse la valeur seuil. Elle a aussi pour effet de promouvoir un dépôt plus uniforme grâce à une pression constante par rapport à la ventilation spontanée. (24) La pente sera un facteur de dépôt plus important et plus uniforme si elle est lente. Elle influencera la ventilation alvéolaire en corrigeant indirectement l'hypercapnie puisque l'air est davantage renouvelé au sein des alvéoles.

Le niveau AI sera ajusté en fonction de la compliance thoraco-pulmonaire, de la résistance pulmonaire, de l'état musculaire et de l'éveil du patient. Le V<sub>t</sub> (volume courant insufflé/expiré) et la tolérance du patient seront deux paramètres sur lesquels jouer.

Cependant une valeur trop importante sera source de majoration des fuites et d'asynchronisme patient/ventilateur.

Plusieurs données supplémentaires seront à surveiller durant la VNI : la pression crête, qui est la valeur maximale atteinte pendant la phase d'insufflation active et la pression de plateau qui correspond à la pression mesurée par l'appareil au niveau de la pièce en Y, toutes deux pendant la phase inspiratoire.

Si la pression crête est trop élevée, le débit peut être trop élevé et la vitesse de remplissage des poumons trop rapide. La fraction inspirée d'oxygène (FiO<sub>2</sub>) sera réglée en fonction de l'ordonnance suite à la valeur de la SpO<sub>2</sub>

La pente est la vitesse d'insufflation de l'aide inspiratoire déclenché par de trigger.

Le trigger inspiratoire reflète la sensibilité avec laquelle le respirateur reconnaît l'effort inspiratoire du patient. Initialement réglé au minimum, il peut être réglé jusqu'à 25% du débit inspiratoire maximal. Il se déclenche en ventilation spontanée lorsque l'effort du patient est supérieur au seuil du trigger. Il est réglé en fonction de l'éveil du patient et de la tonicité

des muscles inspiratoires. En VNI, le trigger en débit demande moins d'effort de la part du patient comparé au trigger en pression. (20)

La VNI accroît le flux d'air, donc elle augmente à la fois la force d'inertie et les turbulences. Par conséquent il s'agit d'un facteur de plus grande impaction des particules dans les voies aériennes moyennes centrales.

D'autre part l'application d'une PEP favorise le dépôt des aérosols et diminue la taille des particules.

L'augmentation du temps expiratoire peut augmenter la sédimentation et modifier le modèle de dépôt durant l'expiration.

La nébulisation associée à une BiPAP est plus rapide dans le temps et améliore le taux de flux expiratoire. L'AI augmente le dépôt et les effets des aérosols.

#### **4.6 Effets :**

En cas de défaillance respiratoire, l'intérêt de la VNI sera d'assumer une partie du travail ventilatoire, de suppléer et de redynamiser le diaphragme pour maintenir une ventilation alvéolaire efficace et adaptée aux besoins métaboliques.

L'objectif étant d'améliorer les échanges gazeux afin d'obtenir une oxygénation du sang plus adéquate, et lutter contre l'hypercapnie.

L'ensemble de ces effets aura pour conséquence de diminuer les complications post-opératoires (atélectasies, encombrement,...), les risques de ré intubation (25), de mortalité et d'améliorer le confort et la communication (24).

## **5 VNI associée à l'aérosolthérapie**

### **5.1 Impaction des aérosols avec VNI**

Lorsqu'on associe une aérosolthérapie pneumatique à une VNI le flux d'air est augmenté. Le débit inspiratoire est alors un facteur permettant d'accroître le dépôt pulmonaire en augmentant le temps inspiratoire. (26)

L'AI contribue d'une part à augmenter le volume courant permettant ainsi une meilleure ventilation alvéolaire avec peut être un dépôt plus uniforme. (26) D'autre part, elle diminue la fréquence respiratoire par aide aux muscles inspiratoires, elle favorise la diminution de la taille des particules conduisant à leur sédimentation majoritairement sur le temps expiratoire.



La PEP, quant à elle, est source d'un accroissement des fuites (27). Si le nébuliseur n'est pas synchronisé sur le temps inspiratoire du respirateur, l'effet sera moins efficace, c'est-à-dire que les pertes de particules seront plus nombreuses.

L'augmentation du temps expiratoire peut augmenter la sédimentation et modifier le modèle de dépôt durant l'expiration.

## **6 Matériel et Méthode**

### **6.1 Population**

L'étude a été réalisée avec 13 patients en post-opératoire d'une chirurgie cardiaque ayant nécessité une sternotomie, la mise en place de drains péricardiques et ou pleuraux ainsi qu'une CEC par voie de sternotomie. Tous les patients sélectionnés sont sous oxygénothérapie en ventilation spontanée en salle de réanimation à l'hôpital Nord Laënnec (Nantes). L'auscultation met en évidence à la fois la présence et la localisation d'un encombrement bronchique et la présence d'une diminution voir à l'abolition du murmure vésiculaire. Ces arguments sont en faveur d'une indication valide de la mise en place de la VNI.

Parmi les critères d'inclusion doivent être présents à la fois une prescription de VNI et une prescription d'aérosolthérapie, l'utilisation d'oxygénothérapie et une ventilation spontanée. Les critères doivent également comporter une toux efficace, un état stable sur le plan respiratoire, hémodynamique et cardiaque et la présence de drains péricardiques ou pleuraux.

Les critères d'exclusion comprennent la survenue ou présence d'un pneumothorax, la non tolérance ou claustrophobie liée à l'interface, des paramètres hémodynamiques instables et la présence de fuites supérieures à 60%.

### **6.2 Protocole**

L'étude se déroule sur une période de cinq semaines dans le service de réanimation. Pour chaque patient en position semi-assise, l'étude débute à T0 par une auscultation pulmonaire des bases et sommets. Les résultats seront notés dans un tableau ([Annexe 2](#)), dans lequel le MK cotera l'intensité des sibilants et des crépitations par une échelle allant de 0 à 3.

(0 : absence de bruit, 1 : faible bruit perçu, 2 : moyen bruit perçu, 3 : fort bruit perçu)

Après avoir relevé les constantes présentes sur le monitoring dans une grille, (Fréquence respiratoire (Fr), fréquence cardiaque (Fc), tension artérielle (TA), la saturation en oxygène



(SpO<sub>2</sub>), le taux d'oxygène administré (FiO<sub>2</sub>) et l'interface d'oxygénothérapie), la VNI est installée.

La mise en place de cette dernière, avec une interface adaptée à la physionomie faciale du patient qui minimisera les fuites. Au cours de l'étude (Figure 4), trois types de masques ont été utilisés, à savoir les masques naso-buccaux Performa Track et Fisher and Paykel et le masque facial Performa.

Dans ce contexte de rééducation respiratoire, la VNI est réglée en fonction des caractéristiques et de la morphologie de chaque patient. La FiO<sub>2</sub> de la VNI sera déterminée sur prescription, en fonction de la FiO<sub>2</sub> préexistante en ventilation spontanée et de la SpO<sub>2</sub>.

L'état hémodynamique du patient permettra de définir la PEP dont la valeur de base est fixée à 5cm H<sub>2</sub>O. Quant à l'aide inspiratoire, elle doit être adaptée à un volume courant de 500ml.

De plus, il importera de procéder à divers autres réglages sur le respirateur et l'interface précédemment choisie

Après réglage des paramètres et montage du circuit (Figure 3), la VNI est démarrée pour 10 minutes.

Au bout de 10 min (à T10), une seconde auscultation du même type est réalisée durant la VNI puis les paramètres ventilatoires du respirateur sont notés : Volume insufflé par le respirateur, volume expiratoire, fuites, EtCO<sub>2</sub> (End tidal CO<sub>2</sub> : reflète le CO<sub>2</sub> en fin d'expiration), Fr, SpO<sub>2</sub>, PEP, AI PEP, FiO<sub>2</sub>, Pression crête et pression moyenne.

Ensuite la mise en place d'un aérosol de plus de 5 mL de sérum physiologique déposé dans un nébulisateur. Le branchement se fait sur la voire d'insufflation, juste avant le Y et est relié à un débit litre réglé à 8L/min. Le filtre est déplacé et mis au niveau de la branche expiratoire. (figure 2).

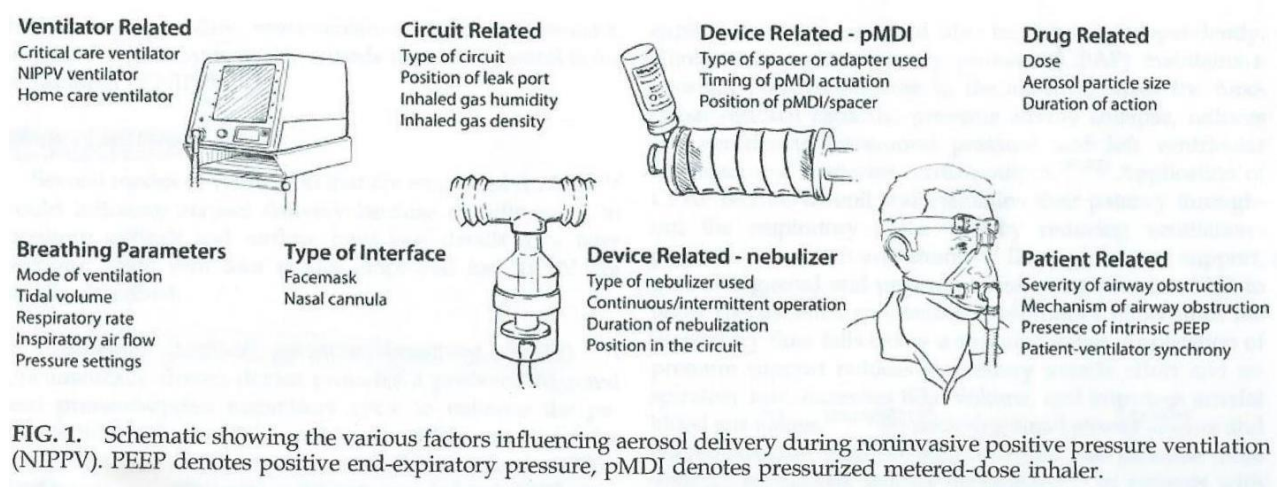


FIG. 1. Schematic showing the various factors influencing aerosol delivery during noninvasive positive pressure ventilation (NIPPV). PEEP denotes positive end-expiratory pressure, pMDI denotes pressurized metered-dose inhaler.

Figure 3 : Les éléments présents au sein d'un circuit de VNI avec aérosolthérapie (24)

Les aérosols de corticoïdes ou de bronchodilatateurs seront obligatoirement administrés chez les patients prenant déjà ce traitement auparavant. (Asthmatique, BPCO,...). Quant aux aérosols de sérum physiologique, ils seront administrés aux patients présentant un encombrement par le MK qui est habilité à utiliser le sérum physiologique (28) (15) (7)

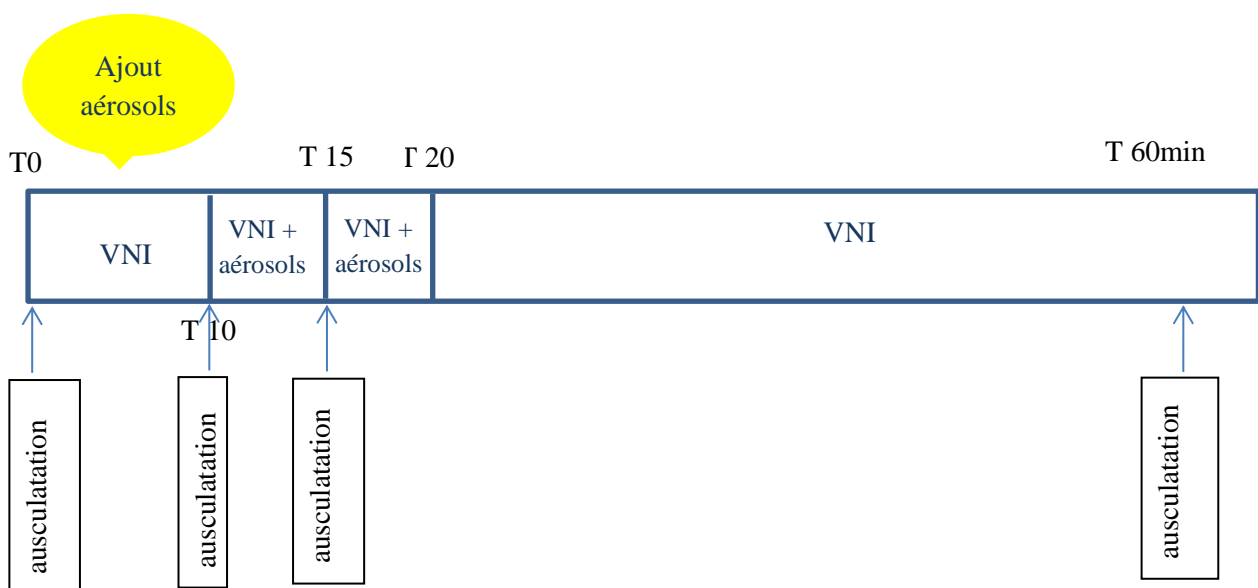
5 min (à T15min) après avoir débuté les aérosols, les valeurs affichées sur le respirateur sont notées et une troisième auscultation est réalisée. (Annexe 2)

Lorsque l'aérosol est entièrement nébulisé, environ à T20 minutes, le nébuliseur est ôté du circuit et le filtre est repositionné entre l'interface et la pièce en Y et la VNI est poursuivie.

Enfin, au bout de 40 min (à T60 min), une quatrième auscultation est réalisée, les mêmes paramètres ventilatoires du respirateur et les autres constantes sont notés, puis la VNI est enlevée.

L'oxygénothérapie est alors réinstallée suivant la valeur de la SpO2.

Il est important de souligner que le même opérateur effectuera les auscultations tout au long de l'étude.



*Figure 4 : réalisation du protocole au cours du temps*

L'auscultation sera effectuée quatre fois afin d'analyser l'intensité des bruits respiratoires normaux tel que le murmure vésiculaire et anormaux tels que les sibilants (continus) et les crépitants (discontinus).

A chaque instant T, le même déroulement sera reproduit: le MK écoutera les bruits et codifiera ceux-ci selon une cotation.

Les paramètres généraux tels que la saturation en oxygène (SpO<sub>2</sub>), la fréquence respiratoire (Fr), la fraction inspirée d'oxygène (FiO<sub>2</sub>), seront notés. De la même manière, les constantes présentes sur le respirateur (volume insufflé (Vi) et expiratoire (Ve), fuites, etCO<sub>2</sub>, les pressions crêtes et moyennes) seront surveillées et notées afin de les comparer au cours du temps.

Le critère principal de jugement est l'amélioration de la ventilation alvéolaire et le retentissement sur la SpO<sub>2</sub>.

La stabilité des pressions de crête et moyenne, l'augmentation des volumes courants insufflés et expiratoires ainsi que le volume minute constitueront les critères secondaires. Les volumes évolueront de 400 (seuil minimal) à 600 ml en fonction du sexe et du poids réel. Des éléments perturbateurs tels que l'apport de 8 L /minute d'aérosol auquel s'ajoute la pression inspiratoire de la VNI pourront altérer les volumes.

La fréquence respiratoire (Fr) ne doit pas augmenter au-dessus du seuil initial puisque la VNI abaisse normalement sa valeur. (4) Toute fuite supérieure à 40% ne sera pas retenue.

### 6.3 Matériel

Un respirateur de réanimation de type Maquet avec un module de VNI, branché sur des prises murales d'oxygène médicale et air comprimé. Trois interfaces présentées dans le [tableau 1](#).

*Tableau 1 : Rôles et effets de trois interfaces*

Type interface	Masque Perform Track	Masque Fisher and Paykel	Masque Facial Performa
Description	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mousse double densité à angle adaptatif</li> <li>- Bras d'appui ajustable</li> <li>- double voile (interne et externe) de silicone pourtour coque naso-buccale</li> <li>- Fixation avec des rotules à clips</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- coque plastique + couche silicone</li> <li>- releveur mentonnier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engobe tout le visage</li> <li>- Coussinet en silicone</li> </ul>
Effets	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleure répartition des pressions après serrage</li> <li>- Eviter les fuites</li> <li>- maintien du masque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maintien en ouverture bouche et fermeture maxillaire sans recul de la mandibule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Répartition des contraintes et appuis (moins sur le nez)</li> <li>- moins de fuites</li> <li>- moins de claustrophobie</li> </ul>
Indications	Visage long et fin	Muscles du visage hypotoniques	

Un filtre qui maintient la température et l'humidité du patient sera placé pour améliorer la tolérance à la VNI (puisque sous VNI, les gaz froids et secs inspirés peuvent assécher et refroidir les voies aériennes.)

L'aérosolthérapie sera administrée par un nébuliseur de type Hudson RCI qui est muni d'un raccord à valve intégrée en forme de T. Un stéthoscope de type Lipman.

#### 6.4 Analyse des données.

Les données ont été exprimées sous forme de moyenne et d'écart type. La comparaison des moyennes a été effectuée avec un test T de Student lorsque la distribution des variables suivait une loi normale et un test non paramétrique dans le cas contraire. Pour les comparaisons des variables aux différents temps, une ANOVA a été réalisée. Le seuil de significativité retenu est  $p < 0,05$ . L'exploitation des données a été réalisée avec les logiciels Excel® et SigmaPlot11.0.

### 7 Résultats

Les 13 patients sélectionnés dont les caractéristiques sont présentées dans le [tableau 2](#) bénéficient d'une nébulisation d'aérosols de sérum physiologique lors d'une VNI. Cependant un patient est exclu puisque les produits d'aérosols prescrits sont d'une nature différente (bronchodilatateurs et corticoïdes) et non adaptés à l'étude. Un autre sera exclu puisque des questions d'organisation amènent à enlever la VNI avant la fin des 60 minutes.

[Tableau 2:](#) Caractéristiques des patients à T0 min

	Patients (n=13) à T0 min
Age (ans)	66,5 ± 8,8
IMC	28,8 ± 3,6
SpO2 (%)	94,9 ± 3,3
Fr	21,4 ± 4,8
FiO2 (%)	44,8 ± 17,7
TA	12,7 ± 1,7
Fc	91,1 ± 12,3

Les différentes interfaces utilisées lors de l'oxygénothérapie pour les 13 patients précédant la mise en place de la VNI sont les lunettes nasales (5 /13 patients), le masque Venturi (5/13), l'Airwlow II (1/13), le masque haute concentration Ospal (1/13), l'Optiflow (1/13).

Les antécédents font globalement apparaître 5 bronchopneumopathies chroniques obstructives (BPCO), 5 insuffisances cardiaques (IC), 7 hypertension artérielle (HTA), 1 lobectomie, 3 insuffisances respiratoires (IR).

Les résultats ont été consignés dans le [tableau 3](#) incluant les valeurs pour les 13 patients en fonction du temps.

*Tableau 3: Evolution des paramètres respiratoires au cours du temps sur l'ensemble de la population*

<b>moyenne ± écart type</b>	<b>T10 min</b>	<b>T15 min</b>	<b>T60 min</b>
<b>Fr (resp/min)</b>	22,9 ± 6	22,5 ± 6,1	22,8 ± 5,3
<b>Vi (mL)</b>	617,8 ± 129,2	644,5 ± 159,9	608,3 ± 147,2
<b>Ve (mL)</b>	633,5 ± 144,3	745,8 ± 181,2	609,7 ± 132,2
<b>Vmin (L/min)</b>	13 ± 2,6	16 ± 3,3	13,1 ± 1,6
<b>fuites (%)</b>	15,3 ± 14,8	16,2 ± 21,3	20,4 ± 18,4
<b>AI (cmH2O)</b>	10,2 ± 2,4	10,2 ± 2,4	10,3 ± 2,5
<b>PEP (cmH2O)</b>	5,8 ± 2	5,8 ± 2	5,8 ± 2
<b>etCO2 (kPa)</b>	3,4 ± 0,9	2,5 ± 1,7	3 ± 1,5
<b>Pression crête (cmH2O)</b>	16,5 ± 2,2	16,4 ± 2,1	16,6 ± 2,4
<b>Pression moyenne (cmH2O)</b>	8,9 ± 2,3	9 ± 1,6	8,7 ± 1,5
<b>FiO2 (%)</b>	44,3 ± 19,8	44,4 ± 20,3	45,5 ± 20,2

Plusieurs paramètres restent stables tout au long de l'étude et il n'existe pas de différence statistiquement significative, à savoir les pressions de crête, les pressions moyennes et la fréquence respiratoire (Fr).

Pas de différence significative pour Fr, SpO2, et FiO2.

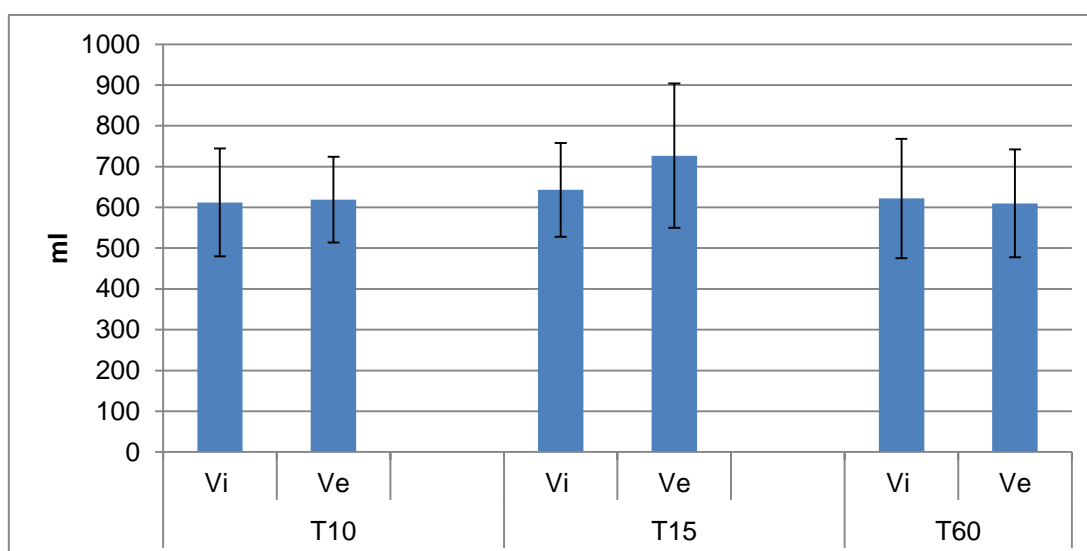
L'etCO2 diminue légèrement lors de l'ajout d'aérosols à T10 min passant de 3,4 à 2,5 kPa.

La SpO2 ([tableau 4](#)) croît avec l'apport d'aérosols et demeure plus élevée jusqu'à la fin de l'expérience.

*Tableau 4 : Evolution de la SpO2*

SpO2 (%)		
T10	T15	T60
95,8 ± 2	97,5 ± 2,2	96,3 ± 2,2

On constate que les volumes insufflés et expiratoires (*figure 5*) évoluent similairement pour l'ensemble de la population. En effet, chez 5 patients, le Vi croît avec l'ajout d'aérosols à T15 min. Pour 4 patients, le Vi décroît à partir de l'ajout d'aérosols jusqu'à la fin de l'étude. (T10 min à T60 min). Les volumes augmentent progressivement au cours du temps pour 2 patients à partir de l'ajout d'aérosols après T10min. Seulement chez un patient, les volumes restent stables. Quant à la différence entre le volume insufflé et volume exsufflé (dVt), elle est majorée lorsque les aérosols sont ajoutés à T15 min.



*Figure 5 : Evolution des volumes inspiratoires et expiratoires au cours du temps*

Le Volume minute augmente quant à lui chez les 13 patients à T15 min puis revient à sa valeur initiale à T60 min. Les fuites (*figure 6*), quant à elles, augmentent de plus en plus au cours du temps.

fuites (%)		
T10 min	T15 min	T60 min
15.3 ± 14.8	16.2 ± 21.3	20.4 ± 18.4

*Figure 6 : l'évolution des fuites au cours du temps*

L'auscultation révèle une majoration des bruits (crépitants et sibilants).

Le murmure vésiculaire augmente pour chaque patient lors de la mise en place de la VNI et encore davantage avec l'ajout des aérosols de sérum physiologique.

Certains patients présentent dans leurs antécédents des facteurs de risque qui favoriseraient la survenue de difficultés respiratoires en post-opératoire. En effet, dans le cas des patients porteurs d'une BPCO, la ventilation alvéolaire déjà altérée avant l'opération, s'aggrave après celle-ci. Au sein de l'étude, les crépitants fluctuent au cours du temps chez ce type de patient.

Concernant l'étude des différentes interfaces, les résultats montrent la présence d'une intolérance chez tous dans des proportions similaires. En effet, 4 masques Performa Nasobucal sont utilisés, chez lesquels nous retrouvons une diminution des volumes et des fuites importantes. De même, ces conséquences apparaissent chez les patients 2 et 3 portant un masque Fisher and Paykel. Le masque Performa facial porté par le patient 13 engendre lui aussi des effets décevants. Finalement les résultats de la comparaison des différents modèles ne sont pas significatifs car au moins une intolérance est présente dans chaque catégorie.

## **8 Discussion**

L'objectif de notre étude est de déterminer si les aérosols couplés à la VNI améliorent favorablement la séance de drainage bronchique.

Les résultats de l'étude montrent que l'association d'aérosols de sérum physiologique à la VNI peut avoir deux types d'effets. Soit cela entraîne une amélioration des paramètres respiratoires qui se traduit par une hausse significative ( $\geq 100$  mL) des volumes chez la moitié des patients, perçue après T15 minutes. Elle témoigne d'une part du bon fonctionnement de la VNI et des effets engendrés par le couplage avec les aérosols.

Le flux d'air rend les sécrétions plus mobiles. Ainsi, elles décroissent au fil du temps (8). Le sérum physiologique contribue au désencombrement puisque lorsque l'interface est adaptée à la physionomie du patient et les débits supplémentaires tolérés, les fuites sont minimales. Toutefois il peut se révéler totalement inefficace (29).

Soit les volumes diminuent puisque les fuites augmentent (30). Chez 4 patients on constate environ 23% de fuites et il semble que l'efficacité ne soit pas optimale. L'ajout d'aérosol provoque une diminution des volumes ainsi qu'une augmentation de  $dV_t$ , parallèlement à une majoration des fuites chez un tiers des sujets. Par conséquent des pertes apparaissent entre le moment où le respirateur insuffle un volume, auquel s'ajoute ensuite le volume dû à l'aérosol et le volume exsufflé reçu par le respirateur. Le choix de l'interface est donc primordial pour éviter une partie des fuites, due aux débits supplémentaires.

Les respirateurs sont censés compenser les fuites (20) (31) qui surviennent lors de la VNI, or avec l'ajout d'aérosols, les fuites ne sont plus contrôlées. Le respirateur semble donc ne plus arriver (19) ou du moins pas suffisamment à compenser les fuites lorsque des débits supplémentaires sont ajoutés. Les fuites peuvent aussi avoir pour origine l'interface qui ne parvient pas à absorber un supplément de débit.

Il semble qu'un volume courant inférieur à 6 mL/kg (11) (32) (31) pour un poids réel favorise les atélectasies, la VNI permettra d'éviter cette complication.

D'autre part il semble que plus les patients ont un IMC élevé (33) (supérieur à 30 kg/m<sup>2</sup>), plus l'efficacité des aérosols avec la VNI est médiocre. Leurs volumes diminuent car peut-être ne sont-ils pas en mesure de recevoir autant de débit extérieur du à une compliance thoraco-pulmonaire basse. Mis à part l'IMC, les patients opérés présentent dans leurs antécédents d'autres facteurs de risque pouvant favoriser la survenue d'une complication respiratoire post-opératoire. En effet, un patient BPCO sera plus facilement encombré et hypoxique, tout comme un patient présentant le syndrome d'apnée du sommeil.

En essayant d'analyser davantage les résultats, il apparaît que chez les quatre patients dont les volumes diminuent, l'interface est un masque Performa. Les MK ont davantage tendance dans ce service à avoir recours aux interfaces Fisher and Paykel mais utilisent ceux déjà en place si c'est le cas. Contrairement à la PEP qui est une constante fixe réglée à 5 cmH<sub>2</sub>O chez tous les patients, l'AI sera réglée en fonction du volume courant. (24).

La SpO<sub>2</sub> augmente au moment des aérosols et perdure puisque le système d'aérosolthérapie fonctionne sur un débit d'oxygène. Par conséquent il y a ajout d'oxygène. A T60 minutes, la SpO<sub>2</sub> augmente probablement suite à une meilleure ventilation alvéolaire, à un encombrement réduit et à un travail respiratoire moindre. La FiO<sub>2</sub> a été réglée en fonction de la SpO<sub>2</sub>, après avoir attendu que les paramètres soient stables.

Par ailleurs, l'examen cutané ne doit pas révéler de rougeur, ou autre déficit car sinon la tolérance de l'interface n'est pas optimale. (20) (18) (31)

Les pressions crêtes et pressions moyennes doivent rester identiques et l'inverse témoignerait d'une altération de la pression au sein des voies aériennes ou des alvéoles. Si elles augmentent trop, cela peut traduire une intolérance de la VNI. Les patients atteints de mucoviscidose peuvent développer un pneumothorax suite à l'augmentation des pressions. Par conséquent, il conviendra dans ces cas d'augmenter les volumes pour éviter l'hypercapnie. Dans l'étude présente, il semble que la marge de manœuvre soit plus grande et les pressions demeurent stables tout au long de l'étude pour l'ensemble de la population. (34)

Afin de valider un traitement, il est nécessaire de pratiquer une auscultation, laquelle mettra en évidence une modification de localisation des sécrétions. (35) (9). Les sibilants, bruits



continus et anormaux, de tonalité musicale (36), entendus en expiration, témoignent d'une obstruction bronchique spontanée ou induite.

Comme dans cette étude, les sibilants tendent à disparaître, on pourrait en déduire l'action bénéfique du sérum physiologique sur ces bruits continus. Toutefois, cette étude ne prend pas en compte les bruits adventices classifiés par Guy Postiaux (36) ( voir périodogramme de *l'annexe 1*)

Les crépitants sont quant à eux des bruits intermittents et explosifs, dus à la présence de sécrétions, à la faiblesse de la paroi bronchique et au pli de la muqueuse. Ils traduisent donc une hypersécrétion bronchique.

Le murmure vésiculaire diminue dans les maladies obstructives pulmonaires telles que la bronchopneumopathie obstructive (BPCO) et l'asthme. La ventilation est alors moins efficace et une atélectasie peut apparaître.

Pour la majorité des patients, les crépitants disparaissent ou pour certains n'apparaissent qu'à la fin de l'étude. C'est la preuve que les sécrétions se déplacent. Le sérum physiologique nébulisé lors de la VNI semblerait donc être utile pour le désencombrement. Il favoriserait chez certains la toux efficace, présente après les aérosols durant la ventilation non invasive. Par ailleurs, l'audition d'un bruit témoignerait d'un passage satisfaisant de l'air au sein des bronches et donc d'une meilleure ventilation alvéolaire. Les débits supplémentaires contribuent à cette élévation de l'intensité du bruit.

Il importe de poser un bémol. En effet, l'auscultation porte en elle un caractère subjectif lié à l'investigateur. Celui-ci n'a pas forcément une bonne écoute et analyse de la situation. Par conséquent, l'élaboration d'un appareil pouvant identifier ces bruits rendrait l'analyse plus pertinente et objective.

D'autre part, l'étude ne permet pas d'affirmer la supériorité d'une interface mais montre l'intérêt de l'adapter le mieux possible à la physiologie du patient. Les tests ont porté sur des masques différents et sur un panel restreint. Il aurait été plus judicieux de porter l'étude sur trois groupes d'interface avec des effectifs plus représentatifs.

Les interfaces ont pour certains été quelquefois réajustées au cours du temps puisqu'une augmentation des fuites est apparue.

Le masque Performa semble engendrer plus de fuites, en effet chez tous ceux en portant. On peut alors émettre l'hypothèse qu'il est moins bien toléré, moins adapté à une augmentation de débit et moins adapté à la physiologie du patient.

Plusieurs points restent à améliorer au niveau de cette étude afin d'obtenir de meilleurs résultats lors de la séance de kinésithérapie respiratoire. Dans cette unité de réanimation, les types de respirateur utilisés ne permettent pas la synchronisation de l'inspiration avec la libération d'aérosols. Une perte non négligeable d'aérosol est présente puisque celui-ci est délivré en continu et peut être source d'une moins bonne efficacité du sérum physiologique. L'autre raison à cette moins bonne efficacité est peut-être l'utilisation d'un nébuliseur pneumatique. Ari & al (37) apportent des précisions sur les différents types de nébuliseurs. Les débits et gaz alors générés par l'intermédiaire du nébuliseur pneumatique s'ajoutent à ceux du ventilateur. Le choix de nébuliseurs ultrasoniques permet une bonne synchronisation lors de la phase inspiratoire et ne nécessite pas l'apport de débits supplémentaires. Le dépôt pulmonaire a ainsi tendance à augmenter. Enfin la nouvelle génération à tamis vibrant utilisée en ventilation mécanique semble faire ses preuves puisqu'elle est ergonomique et dispose d'une synchronisation de la nébulisation lors de la phase inspiratoire. Afin d'améliorer les résultats de l'expérience, il s'avérerait utile de plutôt choisir des nébuliseurs non pneumatiques. (26) Les nébuliseurs à tamis vibrant seront un choix de perspective intéressant pour l'avenir.

D'autre part, l'expérience n'éclaire pas sur la position du nébuliseur au sein du circuit qui peut jouer un rôle plus ou moins favorable en fonction de sa position. Cependant, cette recherche a déjà été évalué dans la littérature. Il en ressort plusieurs facteurs qui influencent le dépôt pulmonaire, décrits par Dhand R (24). Parmi ceux-ci figurent le type de ventilateur, le mode de ventilation, les conditions du circuit, le type d'interface, le type de générateur et de configuration d'aérosols, la taille des gouttelettes, les paramètres respiratoires, les antécédents du patient et plus spécialement sa tolérance au masque associé à son statut hémodynamique. Selon lui l'humidité semblerait augmenter les pertes lors de l'impact du fait de l'augmentation de la taille des particules lors de la ventilation mécanique. Les résultats sont similaires pour la VNI malgré l'ajout d'un échangeur de chaleur et d'humidité. Malgré cela, l'humidité demeure nécessaire afin d'améliorer le confort du patient et les conséquences des aérosols. Elle doit être au préalable ajustée de manière la plus optimale. Dans l'expérience, un filtre jouant ce rôle, est placé entre l'interface et le nébuliseur.

Le montage du respirateur et du circuit semble correct et en accord avec la littérature.

Par ailleurs, un risque d'auto-déclenchement du trigger qui fonctionne en débit constant pourrait survenir. En effet, le seuil de déclenchement du trigger peut être perturbé par le débit d'air utilisé par un nébuliseur pneumatique. La pente quant à elle n'a pas été modifiée, or le réglage d'une pente plus douce aurait favorisé le dépôt plus uniforme, la diffusion plus importante de particules (24).

Les fuites sont élevées chez certains patients comme le douzième. On peut critiquer la poursuite de l'expérience chez ce patient en présence d'un si fort pourcentage de pertes. Le masque Performa (Moerer & all) n'était peut-être pas adapté chez ce patient. (16)

D'autre part, une limite apparaît dans cette expérience puisque certes la VNI a été surveillée, contrôlée et elle participe à aider le MK dans son traitement mais à aucun moment un drainage manuel n'a été effectué. Peut-être aurait-il été judicieux de coupler le drainage lors de la VNI si et seulement si le patient est capable de supporter à la fois l'apport des débits supplémentaires dus aux aérosols et une pression manuelle. Pour les patients atteints de mucoviscidose, il est recommandé d'effectuer le drainage bronchique durant la VNI. (38)

Afin de finaliser et améliorer les paramètres de l'étude, une recherche dans la littérature s'est avérée nécessaire. Concernant la position du nébuliseur, les avis divergent. (39) Dans l'expérience, celui-ci est placé sur la voie inspiratoire entre le masque et le respirateur. Abdelrahim & all (16) ont démontré que lorsque le nébuliseur était placé entre l'interface et le port de fuite, les effets étaient améliorés, surtout en présence d'un tamis vibrant. Dhand R (24) a montré au travers de son expérience que l'efficacité du nébuliseur était plus élevée avec un port de fuite au sein du circuit et non du masque. Lorsque le nébuliseur est au plus proche du patient, il apparaît que le dépôt est majoré. (Calvert & Coll ) ont quant à eux montré que la position distale du nébuliseur était inefficace et que le port d'expiration à vapeur était le plus efficace. Ces auteurs vont dans le même sens en mettant en évidence que la position la plus proche de l'interface semble la plus bénéfique. Par rapport à l'expérience réalisée, ils ont recours à un port de fuite. On peut alors se demander si celui-ci n'améliorerait pas les conditions de l'expérience.

Le dépôt peut être affecté par plusieurs paramètres présents au sein du circuit. Abdelrahim, & all (16) ont souhaité voir comment optimiser le nébuliseur à maille vibrante afin d'améliorer le dépôt d'aérosols. Auparavant ils avaient démontré que la VNI avec les aérosols aidait certains patients à conserver une ventilation efficace. Leur méthode consiste à placer un nébuliseur en distal et en proximal afin de mettre en évidence suite à la comparaison, la position la plus bénéfique.

Damien Moerman & all ont également montré l'influence de la position et du type de nébuliseur sur la dose inhalée dans un modèle pédiatrique avec fuite expiratoire. Les résultats concordent avec une étude du même type menée sur des adultes. Ils ont démontré que la dose inhalée est plus importante lorsque le nébuliseur est placé entre la fuite intentionnelle et le masque par rapport à la sortie du respirateur et avant la fuite. Selon eux, les pertes de substances surviennent lors de l'expiration en raison de la fuite intentionnelle et dépendent de la position du nébuliseur par rapport à la sortie du respirateur. Dans ce modèle pédiatrique, lorsque les débits d'air augmentent, la quantité de médicament distribuée a tendance à diminuer. Seule l'utilisation d'un nébuliseur à tamis vibrant placé après la fuite est efficace. En revanche chez l'adulte, la quantité distribuée peut demeurer la même puisque la tolérance à une augmentation des débits sera différente de celle de l'enfant.

La densité du gaz (26) peut être un facteur de réussite de la combinaison étudiée. En effet un gaz plus dense tel que l'Heliox (mélange d'air et d'oxygène) engendre un flux moins

turbulent et plus laminaire. L'Heliox (40) a tendance à diminuer le travail des muscles évitant ainsi les exacerbations et favorise le dépôt au sein des poumons et non des voies aériennes supérieures.

La VNI apporte un flux d'air plus important que le nébuliseur seul, par conséquent le sérum physiologique se mouve davantage au sein des poumons. Les sécrétions migrent et ont tendance à décroître au fil du temps. En effet, l'auscultation met en évidence la présence de bruits là où il n'y en avait pas et surtout des bruits distaux qui deviennent plus proximaux (24) (41)

Grâce à la VNI, les particules des gouttelettes ont tendance à diminuer de taille puisqu'un effet d'évaporation existe au sein de la tubulure et la proportion de particules respirables se voit accroître. (42) Elles diminuent d'ailleurs d'autant plus avec un nébuliseur ultrasonique placé près de l'interface. On peut alors supposer que l'efficacité est augmentée si une plus grande quantité de gouttelettes pénètre dans les voies aériennes distales.

Cette étude réalisée sur une population restreinte nécessite d'être confirmée à une échelle plus représentative.

Cependant une attention particulière sera à porter sur les interfaces afin d'avoir des quantités représentatives et équilibrées de chaque sorte de masque. Il faudra se méfier des masques faciaux totaux puisqu'un système de nébuliseur ultrasonique y est intégré

## **9 Conclusion**

Cette étude révèle que les pratiques effectuées dans ce service de CTCV s'avèrent efficaces et concordantes avec la littérature. En revanche, l'utilisation d'un nébuliseur non pneumatique et d'un respirateur capable de synchroniser la nébulisation sur le temps inspiratoire semble plus judicieuse. Le problème posé par l'apport d'aérosol est la perturbation des paramètres du respirateur qui corrige initialement les fuites mais n'y parvient plus avec le débit supplémentaire apporté par l'aérosol.

L'auscultation, essentielle pour le suivi du traitement, s'est améliorée chez l'ensemble de la population. En effet, une nette majoration du murmure vésiculaire apparaît.

Chez un patient ayant subi une sternotomie, l'hypothèse voulait qu'un aérosol couplé à la VNI, occasionne une augmentation des pressions. Or, l'étude tend à prouver que les pressions demeurent stables. Il est possible que les pratiques kinésithérapiques aient sous-évalué les capacités du patient. En effet, ceux-ci ont pu avoir été sous ventilés par crainte hypercapnie. Or il semble que l'origine soit plutôt liée aux pressions ou aux interfaces.

Les débits surajoutés auront pour conséquences d'améliorer le drainage bronchique malgré le fait qu'ils soient facteur de fuites

On peut conclure que l'utilisation d'aérosols de sérum physiologique est un facteur d'amélioration du drainage bronchique durant une séance de kinésithérapie et participe à la diminution des atélectasies. Il en résulte une meilleure ventilation alvéolaire et ainsi qu'une moindre hypoxie chez les patients.

Le drainage bronchique est amélioré par l'administration d'aérosols de sérum physiologique sous VNI.

## **Bibliographie**

1. Legifrance - République française. [Online]. [cited 2014 mars 10. Available from: [http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?jsessionid=A27C8D25478F24FBAF82B41392FA7216.tpdjo16v\\_3?idSectionTA=LEGISCTA000006190616&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=22220222](http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?jsessionid=A27C8D25478F24FBAF82B41392FA7216.tpdjo16v_3?idSectionTA=LEGISCTA000006190616&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=22220222).
2. Jaber S, Jung B, Sebbane M, Chanques G. Ventilation non invasive post-opératoire. [Online].; 2007 [cited 2013 septembre 18. Available from: [http://www3.chu-rouen.fr/NR/rdonlyres/1CF2D3E1-44CE-43F7-918E-FB2EA511CB43/0/post\\_op.pdf](http://www3.chu-rouen.fr/NR/rdonlyres/1CF2D3E1-44CE-43F7-918E-FB2EA511CB43/0/post_op.pdf).
3. Vander Beken V. Place de la kinésithérapie en chirurgie cardiaque: phase préopératoire. Cahiers de Kinésithérapie. 1999: 1-13.
4. 6ème conférence de consensus SFAR-SRLF. [Online].; 2009 [cited 2014 mars 02. Available from: <http://www.sfar.org/article/180/mieux-vivre-la-reanimation-cc-2009>.
5. Référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur kinésithérapeute de réanimation (MKREA) en secteur adulte. France; 2011. Report No.: DOI 10.1007/s13546-011-0243-1.
6. Constantin JM, Futier E, Jaber S. SFAR - Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. [Online].; 2009 [cited 2014 janvier 23. Available from: <http://www.sfar.org/article/85/ventilation-non-invasive>.
7. Toussaint M, Roeseler J, Delplanque D, Moraine JJ, Chabot F, Postiaux G, et al. Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale (JIKRI). In ; 2000; Lyon.
8. Doudeuil V. L'aérosolthérapie. Kinésithérapie Scientifique. 2000 mai.
9. Référentiel de compétences et d'aptitudes du masseur-kinésithérapeute de réanimation (MKREA) en secteur adulte. [Online].; 2011 [cited 2014 mars 01. Available from: <http://www.skrea.fr/sites/default/files/references/r%C3%A9f%C3%A9rentiel%20kin%C3%A9%20r%C3%A9a.pdf>.
10. Bachy S, Roeseler J, Delaere S, Reynaert MS, Thys F. Ventilation non invasive: rôles du kinésithérapeute. Annales de Kinésithérapie. 1999: 215-222.
11. Augurelle AS, Roeseler J, Sottiaux T, Reynaert MS. L'aérosolthérapie chez les patients en ventilation mécanique. Annales Kinésithérapie. 1999: 341-345.
12. Delplanque D, Antonello M, Selleron B. Kinésithérapie respiratoire: démarche diagnostique , techniques d'évaluation, techniques kinésithérapiques. In SAS ESeME, editor. Encyclopédie médico-chirurgicale.: Elsevier; 2003. 24.

13. Roeseler J, Sottiaux T, Keukeleire YK, Rouard L, Reynaert M, Chevaillier J, et al. Influence des drogues mucolytiques sur la filance des sécrétions trachéo-bronchiques dans la mucoviscidose. *Annales de kinésithérapie*. 1991.
14. Sottiaux T, Roeseler J, Goffaert A, Vanderlinden P, Reynaert M. Intérêt de la mesure de la filance des sécrétions trachéo-bronchiques chez le patient intubé. *Annales de Kinésithérapie*. 1991; 523.
15. Demont B, Stagnara A. L'aérosolthérapie a-t-elle une efficacité clinique ? In JIKRI - Recommandations des Journées Internationales de Kinésithérapie Respiratoire Instrumentale; 2000; Lyon. 16-18.
16. Abdelrahim ME, Plant P, Chrystyn H. In-vitro characterisation of the nebulised dose during. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2010; 62: 966-972.
17. Conférence de Consensus "VNI en aigu". In ; 2006; Paris.
18. Vandenbroucque G, Gillot F, Cottereau G, Antonello M. La ventilation non invasive (VNI): aide instrumentale en kinésithérapie respiratoire. Place du kinésithérapeute dans le traitement d'une défaillance respiratoire par VNI. *Annales Kinésithérapie*. 1999: 209-214.
19. Vargas F. Interfaces et ventilation non invasive. [Online]. [cited 2014 octobre 10].
20. Viale JP, Guérin C, Duperret S, Branche P, Annat G. Place et modalités de la ventilation non invasive en réanimation. In Sfar ESEMESe, editor. Conférences d'actualisation 2001; 2001; Lyon: Elsevier SAS. 779-798.
21. Guarracino F, Ambrosino N. Non invasive ventilation in cardio-surgical patients. *Minerva Anesthesiol*. 2011 juillet: 734-41.
22. Bafico F, Broy C. Choix du mode ventilatoire et réglages des paramètres de la VNI. *KINESITHERAPIE, les annales*. 2004 janvier;(25): 13-34.
23. Constantin Jm, Futier E, Jaber S. SFAR - Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. [Online]. [cited 2014 mars 02].
24. Dhand R. Aerosol Therapy in Patients Receiving Noninvasive Positive Pressure Ventilation. *JOURNAL OF AEROSOL MEDICINE AND PULMONARY DRUG DELIVERY*. 2012; 25(2).
25. de Santo LS, Bancone C, Santarpino G, Vicchio M, De Pietro A, Galdieri N, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for extubation failure after cardiac surgery: Pilot safety evaluation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*..
26. Mercier E, Dequin PF, Vecellio L. Aerosols en ventilation mécanique chez l'adulte. *Revue des Maladies Respiratoires*. 2008; 25.
27. Rabec C, Rodenstein D, Leger P, Rouault S, Perrin C, Gonzalez-Bermejo J. Ventilator modes and settings during non-invasive ventilation: effects on respiratory events and implications for their

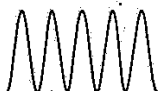

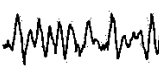


- identification. Thorax. 2010 octobre 14: 170-178.
28. SRLF - Société de Réanimation de Langue Française. [Online]. [cited 2014 février 18. Available from: <http://www.srlf.org/grandpublic/organisationsstructures/medecins/kinesitherapie-et-kinesitherapeutes-en-reanimation.r.phtml>.
  29. Delorme M. Sérum salé hypertonique et kinésithérapie respiratoire en chirurgie thoracique. In 5ème journée de recherche en kinésithérapie respiratoire; 2012; Hôtel-Dieu.
  30. Jaber S, Chanques G, Sebbane M, Verzilli D, Eledjam JJ. La ventilation non-invasive. In Conférences d'actualisation; 2005; Montpellier: Elsevier SAS. 167-186.
  31. van Rooyen F, Soltész K. Ventilation non -invasive - un siècle d'expérience. In Dräger.. Lübeck: Dräger Médical SAS; 2012.
  32. soins infirmiers.com. [Online].; 2008 [cited 2014 03 18. Available from: [http://www.soins-infirmiers.com/parametres\\_ventilation\\_artificielle.php](http://www.soins-infirmiers.com/parametres_ventilation_artificielle.php).
  33. Robin Y, Bazin JE. Prise en charge des voies aériennes et de la ventilation périopératoire des patients obèses. In Congrès Sfar Infirmier anesthésiste; 2013; Clermond-Ferrand.
  34. Astoul P, Thomas P. Pneumothorax. La Revue Praticien. 2002: 409-416.
  35. Antonello M, Delplanque D, Selleron B. Kinésithérapie respiratoire: démarche diagnostique, techniques d'évaluation, techniques kinésithérapiques. In Encyclopédie Médico-Chirurgicale.
  36. Postiaux G. Kinésithérapie respiratoire et auscultation pulmonaire. Les techniques de soins guidés par l'auscultation pulmonaire Bruxelles; 2000.
  37. Ari A, Atalay O, Harwood R, Sheard M, Aljamhan E, Fink J. Influence of nebulizer type, position, and bias flow on aerosol drug delivery in simulated pediatric and adult lung models during mechanical ventilation. Respir Care. 2010 juillet: 845-51.
  38. Pelluau S, Oualha M, Souilamas R, Hubert P. Les défaillances respiratoires dans la mucovisidose: Prise en charge en réanimation; indications de la transplantation. Archives de Pédiatrie. 2012: 40-43.
  39. Sunisa Chatmongkolchart M, Guilherme P, Schettino M, Christine Dillman B, Robert M. Kamarek P, Dean R. Hess P. In vitro evaluation of aerosol bronchodilator delivery during noninvasive positive pressure ventilation: Effect of ventilator settings and nebulizer position. Critical Care Medicine. 2002: 2515-19.
  40. Roeseler J, Bialais E, Hickman C, Laterre PF. quelques domaines de recherche en kinésithérapie de réanimation. In 4ème journée de recherche en kinésithérapie respiratoire; 2011.
  41. Gasparetto Maccari J, Teixeira C, Savi A, Pinheiro de Oliveira R, Sant'Ana Machado A, Tonietto TF, et al. Nebulization during spontaneous breathing, CPAP and Bilevel: a randomized analysis of pulmonary radioaerosol deposition. Respiratory Care. 2013 septembre 3.



42. Calvert LD, Jackson JM, White JA, Barry PW, O'Callaghan C, Kinnear WJ. Enhanced delivery of nebulised salbutamol during non-invasive ventilation. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2006;(58): 1553-1557.
  43. Antonello M, Delplanque D, Cottureau G, Gillot F, Planche MA, Selleron B. *Comprendre la kinésithérapie respiratoire: du diagnostic au projet thérapeutique* Paris: MASSON; 2001.
  44. Burtin P. *Aérosolthérapie par nébulisation*. Kinérea. 1999.
  45. Delplanque D, Antonello M, Corriger E. *Kinésithérapie et Réanimation respiratoire*. 1994.
  46. Hess D, Branconnier M. Albuterol delivery during noninvasive ventilation. *Respir Care*. 2005 décembre: 1649-53.
  47. Winterhalter M, Bund M, Khaladji N, Hagl C, Simon A, Hoy L, et al. Aerosol delivery by an ultrasonic nebulizer during different mechanical ventilation settings in a lung model--a pilot study. *Drug Des Devel Ther*. 2009 Feb: 1-7.
  48. Postiaux G, Lens E. Nomenclature d'auscultation pulmonaire: pourquoi pas un consensus mondial ? *Revue de maladies respiratoires*. 1999; 16: 1075-1090.
-

## Annexe 1

### Tableaux de nomenclature de l'auscultation selon G. Postiaux (43)

A. Signal acoustique	B. Nomenclature	C. Définition psychoacoustique
<b>Vibration périodique</b>		
- simple 	Sibilance monophonique	Les sibilances sont des bruits <b>continus</b> ou sons de tonalité musicale d'une durée <b>supérieure à 30 msec</b>  Une sibilance est dite <b>monophonique</b> lorsqu'elle peut être distinguée et <b>isolée</b> parmi d'autres sibilances en un même point d'écoute. Les sibilances monophoniques <b>ne se superposent pas dans le temps</b> .
- complexe 	Sibilances polyphoniques	Les sibilances polyphoniques sont des sibilances de tonalités différentes entendues <b>simultanément</b> au même point d'écoute. Les sibilances polyphoniques <b>se superposent dans le temps</b> .
(polyphonie vraie # pseudopolyphonie)		
<b>Vibrations aperiodiques</b>		
- continues 	Bruit respiratoire normal	Le bruit respiratoire normal est un bruit de timbre <b>sombre</b> (généré au niveau des voies aériennes centrales et moyennes et filtré par le parenchyme pulmonaire <b>aéré</b> )
	Bruit respiratoire bronchique	Le bruit respiratoire bronchique est un bruit de timbre <b>clair</b> (généré au niveau des voies aériennes centrales et moyennes et <b>peu ou non filtré</b> par le parenchyme pulmonaire <b>densifié</b> )
- impulsionnelles 	Craquements	Le terme <b>craquement</b> regroupe tous les bruits adventices <b>discontinus</b> d'une durée <b>inférieure à 30 msec</b>

	Paramètre modifié	Manœuvre kiné
<b>Bruits respiratoires</b>		
Normaux	Amplitude (dB)	Désobstruction
bronchiques	Timbre (spectre) + Craquements de haute fréquence	Inspirations lentes + apnées télé-inspiratoires
<b>Bruits adventices</b>		
Sibilances	Wh% (taux)	Aérosols + expiratoires lentes
Craquements	Fréquence (Hz), nombre	Craquements de moyenne fréquence : expirations Lentes (ELTGOL, ELPr) Craquements de haute fréquence : inspirations Lentes ( Spirométrie Incitative, EDIC)

**Annexe 2 :** Comparaison de l'efficacité de la VNI seule ou associée à l'aérosolthérapie chez des patients ayant une sternotomie

*Tableau utilisé lors de l'étude pour consigner les caractéristiques et les résultats de chaque patient*

Données Générales du Patient		Paramètres étudiés	
		<b>Fr</b>	18
<b>Type de chirurgie</b>	Sternotomie : triple pontage et double valvuloplastie (aortique au ballon), opéré le 09/09/2013	<b>Fc</b>	75
<b>Traitement actuel</b>	Loxen, noradrenaline, aspegic, propofol, morphine, perfalgan, lasilix, inexistum, umuline, cefuroxime, dobutamine,	<b>TA</b>	12/6
<b>Présence ou non VNI</b>	absence	<b>SpO2</b>	96%
<b>Initiales patient</b>	X	<b>FiO2</b>	33%
<b>IMC</b>	22	<b>Mécanique ventilatoire</b>	Ventilation spontanée Avec lunettes nasales
<b>ATCD</b>	BPCO – tabagisme actif 40 PAHTA, veinage saphène interne G, RAC connu, insuffisance cardiaque ventricule gauche 25%, cardiopathie ischémique : atteinte tritrunculaire, rétrécissement valve aortique, prolapsus valve mitrale	<b>Volume O2</b>	3 L/min
<b>âge</b>	66 ans		

	auscultation	Poumon droit						Poumon gauche	
<b>Murmure vésiculaire</b>	Sommet								
	Base								
<b>Crépitant</b>	Sommet								
	Base								
<b>sibilance</b>	Sommet								
	Base								
		T 0	T 10 min	T15 min	T 60 min	T 0	T 60 min	T 10 min	T 60 min

3: intensité élevée

2 : intensité moyenne

1 : intensité faible

0 : aucun bruit

Mise en place VNI à t0	VNI + aérosols		
<b>Type interface</b>	Masque nasobuccal Fisher & Paykel RT041L Taille L	<b>Type aérosols</b>	Sérum physiologique 5 mL
<b>Mode VNI</b>	VNI - AI	<b>durée</b>	10 min
<b>Lieu de VNI</b>	Réa CTCV	<b>Dose 02 aérosols</b>	8 L/min O2
<b>temps</b>	60 min	<b>Type de respirateur</b>	Maquet

Résultats VNI	T10min (avant ajout aérosols)	à T15min (avec aérosols)	A T60 min
<b>Fuite VNI (%)</b>	3	17	7
<b>Fr ( resp/min)</b>	22	21	21
<b>Vt (mL)</b>	700	806	700
<b>Vmin (L/min)</b>	15,1	15,5	15,2
<b>SpO2 (%)</b>	95	97	95
<b>EtCO2 (kPa)</b>	3,9	2,4	3,8
<b>FiO2</b>	30%	30%	30%
<b>Pmoy (cmH20)</b>	7	8	8
<b>Pression Crête (cmH2O)</b>	16	16	15
<b>Mécanique ventilatoire</b>	VS avec VNI		
<b>PEP (cmH20)</b>	5	5	5
<b>Niveau al sur PEP (cmH2O)</b>	10	10	10
<b>Observations</b>	Expansion thoracique		

## **Annexe 3 : LEXIQUE**

**BPCO** : Bronchopneumopathie chronique obstructive

**HTA** : Hypertension artérielle

**HTAP** : Hypertension artérielle pulmonaire

**IC** : Insuffisance cardiaque

**IR** : Insuffisance respiratoire

**SAS** : Syndrome d'apnée du sommeil

**AOMI** : Artérite oblitérante du membre inférieur

**Insuf rénale** : Insuffisance rénale

**EDIC** : Exercice à débit inspiratoire contrôlée

**ELTGOL** : Expiration Lente Totale à Glotte Ouverte en Infra Latérale

**EIPr** : Expiration Lente Prolongée

**Fr** : Fréquence respiratoire

**Fc** : Fréquence cardiaque

**TA** : Tension artérielle

**SpO<sub>2</sub>** : Saturation en oxygène

**FiO<sub>2</sub>** : Fraction inspirée d'oxygène

**IMC** : Indice de masse corporelle

**ATCD** : Antécédents

**dVt** : Différence entre le volume insufflé et exsufflé

**Vmin** : Volume minute

**Vi** : Volume inspiratoire

**Ve** : Volume expiratoire

**EtCO<sub>2</sub>** : End tidal CO<sub>2</sub>

**Pmoy** : Pression moyenne

**Pcrête** : Pression de crête

**PEP** : Pression expiratoire positive