

## L'infirmier d'Urgence face à la VNI

*K. TOUABI*

### Points essentiels

- En urgence la VNI de choix recommandée est la CPAP pour l'OAP et la VS AI PEP pour la décompensation de l'insuffisant respiratoire chronique.
- La VNI est à instaurer en première intention et le plus tôt possible.
- La VNI ne doit pas être improvisée mais anticipée et maîtrisée.
- La VNI a ses limites. Il faut savoir s'arrêter et ne pas retarder l'intubation.

### 1. Introduction

La ventilation non invasive (VNI) est devenue une pratique courante alternative à la ventilation mécanique classique par intubation orotrachéale dont les indications sont redéfinies par les dernières conférences de consensus (SFAR, SPLF, SRLF du 12 octobre 2006 (1)). De nombreuses études récentes (2-6) suggèrent que la VNI peut rendre service à certains patients défaillant respiratoires quand elle est administrée dès la phase initiale de la prise en charge. La technique va alors quitter les unités de réanimation et de soins intensifs pour être validée dans les services d'urgences y compris en SMUR. Cet article se propose de présenter les avantages de la VNI, ses indications en médecine d'urgence et enfin ses modalités pratiques.

La ventilation non invasive regroupe l'ensemble des techniques d'assistance respiratoire pour toute ventilation spontanée (VS) et assistée prenant en charge

*Correspondance* : Kamel Touabi, IADE SMUR Beaujon 92. Département Anesthésie Réanimation : P<sup>r</sup> Mantz. Responsable du SMUR : D<sup>r</sup> Agnès Ricard-Hibon. Tél. : 06 10 23 31 37.  
E-mail : ktouabi@hotmail.com

tout ou partie du travail respiratoire en absence de dispositif endotrachéal, assurant ainsi une ventilation alvéolaire suffisante à l'aide d'une interface externe (masque, casque).

Le terme de ventilation non invasive (VNI) est actuellement employé dès lors qu'il n'y a pas d'intubation trachéale mais il faut différencier deux modes : la VS AI PEP et la CPAP qu'on se propose d'expliquer.

### **Distinction entre ces deux modes :**

– La VS AI PEP. C'est la VNI « classique ». On parle aussi de ventilation d'aide à deux niveaux de pression ou de BiPAP pour « Bilevel Positive Airway Pressure ». C'est une ventilation spontanée avec association d'une aide inspiratoire (AI) à laquelle est rajoutée une pression positive expiratoire (PEP). À ne pas confondre avec le mode ventilatoire « BiPAP » propre de la firme Dräger pour « bi PHASIC positive airway pressure », qui concerne l'application biphasique d'une pression positive dans les voies aériennes que l'on ne traitera pas dans ce travail. La ventilation non invasive (VNI) classique (VS AI PEP) décrit une réelle ventilation, avec insufflation active d'un volume ou d'une pression via un masque dans le système respiratoire du patient. C'est une technique complexe qui impose l'acquisition d'un respirateur dédié nécessitant pour cela une formation approfondie.

– La CPAP pour « Continuous Positive Airway Pressure » ou VS PPC (VS avec Pression Positive Continue) est une méthode simple et d'apprentissage rapide dont le matériel requis est basique et économique. C'est un support ventilatoire et non une ventilation active. En effet, durant l'application de ce mode, le patient réalise une ventilation spontanée au travers d'un masque raccordé à un certain dispositif qui maintient une pression positive continue dans les voies aériennes aussi bien en phase inspiratoire qu'en phase expiratoire. Il ne faut pas confondre cette modalité avec l'application d'une seule pression expiratoire positive, chez un patient en ventilation spontanée qui correspond à la VS-PEP. D'où l'emploi fréquent mais erroné du terme VS PEP à la place de celui de CPAP. Le terme de CPAP ou de VS PPC doit être préféré car il exprime la notion de stabilité de la pression positive à la fois à l'expiration et à l'inspiration. Cette distinction est très importante car l'absence de maintien de la pression positive à l'inspiration au cours de la VS PEP n'entraîne pas les mêmes bénéfices qu'en mode CPAP. Dans la CPAP, la totalité du travail ventilatoire est réalisée par le patient mais la pression positive continue ainsi appliquée par le dispositif facilite la réalisation de celui-ci. On parle alors bien d'un support ventilatoire et non d'une action directe sur la mécanique respiratoire.

Les indications des deux techniques sont différentes mais complémentaires. *La Conférence de Consensus « VNI au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu) » organisée par la SFAR, la SPLF et la SFAR du 12 octobre 2006 a énoncé certaines recommandations. Pour synthétiser, on peut retenir que la CPAP est recommandée dans la prise en charge initiale de l'OAP cardiogénique alors que la VS AI PEP est principalement indiquée dans la décompensation aiguë d'une BPCO, avec*

**Tableau 1** – Recommandation pour les indications de la VNI

| Niveaux de recommandation pour les indications de la VNI                 |   |
|--|---|
| Intérêt certain<br>Il faut faire (G1+)                                   | Décompensation de BPCO<br>OAP cardiogénique   |
| Intérêt non établi de façon certaine<br>Il faut probablement faire (G2+) | IRA (Insuffisance Respiratoire Aiguë) hypoxémique de l'immunodéprimé<br>Postopératoire de chirurgie thoracique et abdominale<br>Stratégie de sevrage de la ventilation invasive chez les BPCO<br>Prévention d'une IRA postextubation<br>Traumatisme thoracique fermé isolé<br>Décompensation de maladies neuromusculaires chroniques et autres IRC restrictives<br>Mucoviscidose décompensée<br>Forme apnéisante de la bronchiolite aiguë<br>Laryngo-trachéomalacie |
| Aucun avantage démontré<br>Il ne faut probablement pas faire (G2-)       | Pneumopathie hypoxémiante<br>SDRA<br>Traitement de l'IRA postextubation<br>Maladies neuromusculaires aiguës réversibles   |
| Situations sans cotation possible  | Asthme aigu grave<br>Syndrome d'obésité-hypoventilation<br>Bronchiolite aiguë du nourrisson<br>(hors forme apnéisante)  |

un niveau de Grade 1 + « Il Faut Faire » selon la méthode GRADE. D'autres indications avec des niveaux de recommandations différents sont énoncées par la même conférence. Mais nous ne les aborderons pas dans ce travail ([tableau 1](#)).

## 2. Effets ventilatoires et hémodynamiques de la VS AI PEP

En VNI classique chaque inspiration spontanée déclenchée par le patient est reconnue par le respirateur grâce au réglage du trigger inspiratoire. Ce trigger correspond à la dépression générée par l'effort inspiratoire du malade assimilable à un signal d'insufflation. C'est un paramètre à configurer. Il existe deux formes de triggers soit en volume soit en pression selon le ventilateur utilisé. Ce dernier maintient alors une pression positive constante préalablement définie c'est l'Aide Inspiratoire (AI). Le temps nécessaire à la montée en plateau de cette pression d'AI correspond à la PENTE (exprimée en seconde) qui est aussi un paramètre à régler. Cette AI permet une réduction de la fréquence respiratoire (FR), une amélioration du volume courant ( $V_t$ ), une réduction de l'effort respiratoire et donc une réduction du travail inspiratoire en facilitant ainsi l'inspiration. Le respirateur reconnaît ensuite la fin de l'inspiration du patient lui permettant alors une expiration libre. À l'expiration la pression retombe à un niveau atmosphérique ou sub-atmosphérique en cas d'adjonction d'une PEP (pression expiratoire positive). La PEP est une technique de

**Tableau 2 – Contre-indication à la VNI**

- Environnement inadapté, expertise insuffisante de l'équipe
- Patient non coopérant, agité, opposant à la technique
- Intubation imminente (sauf VNI en préoxygénation)
- Coma (sauf coma hypercapnique de l'insuffisance respiratoire chronique [IRC])
- Épuisement respiratoire
- État de choc, troubles du rythme ventriculaire graves
- Sepsis sévère
- Immédiatement après un arrêt cardio-respiratoire
- Pneumothorax non drainé, plaie thoracique soufflante
- Obstruction des voies aériennes supérieures (sauf apnées du sommeil, laryngo-trachéomalacie)
- Vomissements incoercibles
- Hémorragie digestive haute
- Traumatisme crânio-facial grave
- Tétraplégie traumatique aiguë à la phase initiale

ventilation au cours de laquelle la pression des voies aériennes est maintenue au cours de l'expiration supérieure à la pression atmosphérique. Ainsi, en présence d'une limitation du débit expiratoire, l'expiration est interrompue par l'effort inspiratoire suivant qui débute avant que le volume d'équilibre statique des voies aériennes ait pu être atteint. La PEP optimise ainsi le recrutement alvéolaire en réouvrant les alvéoles collabées améliorant ainsi l'hématose.

La VS AI PEP permet ainsi une augmentation de la ventilation alvéolaire globale.

Sur la fonction hémodynamique, la pression positive intrathoracique ainsi obtenue en VNI concourt à une diminution de la précharge (retour veineux) et de la postcharge du ventricule gauche (VG) (résistance à l'éjection du VG).

Plusieurs situations critiques reprisent par la même conférence de consensus contre indique la mise en œuvre de la VNI (**tableau 2**). Elles sont communes à toutes les formes de VNI : on retiendra les troubles de conscience, la détresse respiratoire majeure avec critères d'intubation immédiat, la bradypnée et/ou hypoxie menaçante, les nausées et vomissements, le collapsus. L'item « trouble de conscience » est à tempérer dès lors qu'il est secondaire à l'encéphalopathie hypercapnique puisque réversible et même très rapidement dans l'OAP. Par ailleurs, la conférence de consensus rajoute à la liste des contre-indications l'environnement inadapté et l'inexpérience des équipes ce plaide pour une utilisation de la CPAP plutôt que de la VS AI PEP puisque beaucoup plus facile à mettre en œuvre. Enfin, la principale complication à redouter est la mauvaise évaluation de l'aggravation d'une détresse ventilatoire majeure retardant une intubation en urgence.

### 3. Rôle infirmier dans la mise en place de la VNI classique

La préparation d'une séance de VNI est un élément clé de sa réussite. Elle doit en premier lieu commencer par une explication de la procédure au patient afin de

s'assurer de sa coopération en maintenant un environnement calme et serein. Avant toute séance de VNI, il faut s'assurer qu'un plateau d'intubation est prêt à être utilisé en urgence, que le personnel est formé à cette technique que le matériel d'assistance respiratoire et de surveillance est opérationnel. En préhospitalier on sera très vigilant concernant la réserve en O<sub>2</sub> car les dispositifs utilisés en consomment de grandes quantités. Le conditionnement minimum obligatoire du patient est classique : ECG, PANI, SpO<sub>2</sub>, FR avec bien entendu un abord veineux fiable. Avant de commencer il faut installer confortablement le patient en position assise ou demi assis pour une meilleure répartition de la ventilation, et une moindre résistance des viscères au travail diaphragmatique. Il est indispensable par ailleurs de mettre la tête en légère extension pour diminuer les résistances des VAS et limiter la distension gastrique.

Il faut pouvoir disposer d'un ventilateur de dernière génération possédant un mode VS+AI+PEP du type Oxylog 3000 TM ou Elisée 250 TM dont on va régler les alarmes et les paramètres d'assistances selon la prescription médicale :

- FiO<sub>2</sub> fonction des objectifs de SpO<sub>2</sub> fixés habituellement 50 % à 80 %.
- Trigger inspiratoire : Il doit toujours être réglé au minimum Trigger inspiratoire : - 1 à - 2 L/min si trigger en volume.
- Pente : ce réglage doit être individualisé mais le plus souvent vers des montées en pression rapides pour réduire au maximum le travail respiratoire du patient.
- Niveau de pression : le choix du niveau de pression doit intégrer le niveau de d'aide inspiratoire (AI) et le niveau de pression expiratoire positive (PEP). On réalisera une augmentation progressive de l'AI (de 5 à 10 cmH<sub>2</sub>O) jusqu'à atteindre un niveau optimal (compromis entre fuites liées au masque et efficacité de l'assistance ventilatoire). On appliquera progressivement également un niveau de PEP entre 4 et 10 cm d H<sub>2</sub>O selon l'indication et la tolérance du patient. L'objectif étant de trouver un compromis entre un volume courant (Vt) expiré cible entre 7 et 9 ml/Kg recommandé et la tolérance ventilatoire et hémodynamique du patient. On veillera à ce que la pression inspiratoire totale (PEP + AI) ne soit pas supérieure à 25 cmH<sub>2</sub>O ce qui peut provoquer un risque accru d'insufflation gastrique et d'augmentation des fuites.

Toutefois, il faut absolument penser à paramétrer une ventilation dite d'apnée généralement en mode assisté contrôlé intermittente (VACI). Ce mode ventilatoire autorise les éventuelles cycles spontanés du patient. Les paramètres usuels de réglages ainsi que les alarmes sont à définir. Un déterminant important à ne pas négliger est la durée maximale d'apnée autorisée (généralement 15 secondes).

## 4. Mise en œuvre de la VNI

Tout d'abord il faut positionner le masque à la main sans appuyer et sans appliquer de niveau de pression. Le patient participe à la bonne mise en place du masque s'il le peut lui-même. On amorce alors doucement la VNI avec des

**Tableau 3 – Objectifs à atteindre**

SpO<sub>2</sub> > 92 %  
 Tolérance de la technique patient coopérant non agité  
 Coloration tégumentaire absence de cyanose  
 Absence de sueurs  
 Absence de fuites (ou le strict minimum)  
 Fréquence respiratoire < 30 c/min,  
 Volume courant expiré 7-9 ml/kg de poids idéal  
 Vigilance conservé

paramètres de réglages bas. On commence toujours par appliquer une AI basse sans adjoindre de pep au début (PEEP = 0, AI = 4) puis on monte les valeurs de l'une et l'autre des pressions progressivement lentement l'une après l'autre par paliers successifs jusqu'à atteindre des valeurs nécessaires au patient. La VNI ne doit pas être agressive. Le début de séance doit se faire en douceur pour une adaptation progressive car la VNI va demander un effort supplémentaire au patient initialement. Si le masque sur le visage est trop serrée, ou si la mise en pression est trop rapide, le patient risque de rejeter cette technique sans possibilité de le raisonner. Il deviendra alors opposant à toute nouvelle tentative ce qui va très souvent entraîner l'échec de la VNI. Il faut donc prendre du temps pour faire accepter la manœuvre et rester avec le patient les 10 premières minutes afin de le sécuriser et le rassurer et lui expliquer qu'il est toujours possible d'enlever le masque si un problème survient. D'où la nécessité de ne jamais pratiquer de contention durant la VNI.

Une fois la VNI démarrée, surveiller les fuites : elles sont évidentes car on les entend. C'est souvent un mauvais choix de masque qui n'est pas adapté ou alors le masque n'est pas assez serré, il faut alors changer de masques ou resserrer les attaches. On surveille les valeurs des fuites sur l'écran du respirateur si cette valeur est clairement indiquée. Sinon c'est la valeur du volume courant expiré (rappel 7-9 ml/kg de poids idéal) qui doit être particulièrement surveillée. C'est un paramètre très important car un patient qui ne reçoit pas un volume minute suffisant risque de s'aggraver très rapidement. Les objectifs à atteindre peuvent se résumer comme indiqué au [tableau 3](#).

## 5. Effets ventilatoires et hémodynamiques de la CPAP

Dans une enquête du Samu de France de 2004 (8), l'OAP représente 5 % de l'activité en SMUR, 50 % des interventions pour dyspnées et 80 % des dyspnées sévères à traiter (2).

D'après une autre enquête du SAMU de France en 2006 les SMURs dispose dans leurs véhicules une CPAP dans 70 % avec en chef de file la CPAP « Boussignac » (35 %). Le principe de ce support ventilatoire couramment utilisé en SMUR lors de

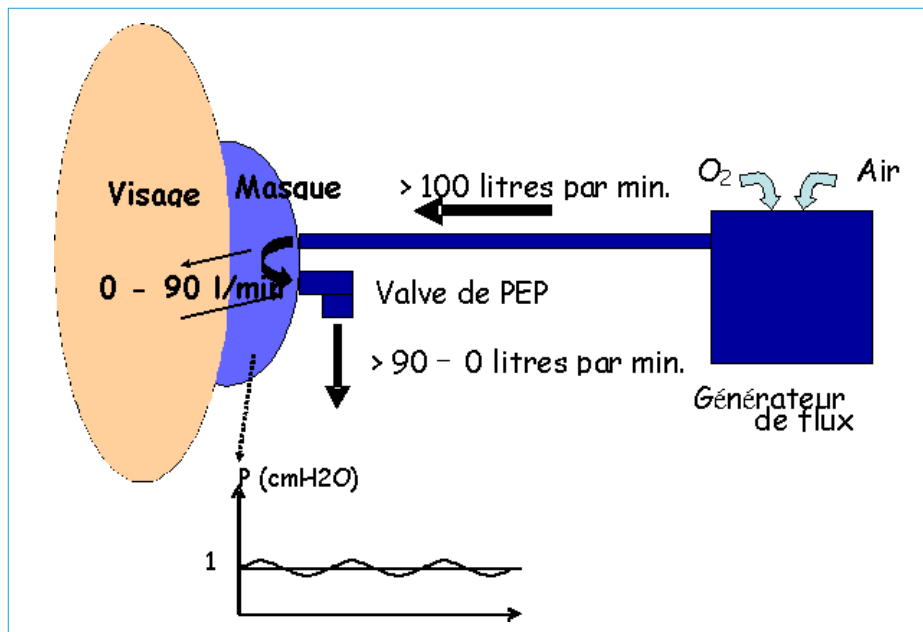
la prise en charge de l'OAP consiste à maintenir chez le patient en ventilation spontanée une pression positive durant la totalité du cycle (inspiratoire et expiratoires) sans délivrer d'aide inspiratoire ou de volume prédéfini, ni agir directement sur la ventilation alvéolaire et cela par l'intermédiaire d'un simple masque raccordé à un dispositif générant cette pression positive. Sur le plan ventilatoire, la CPAP augmente la capacité résiduelle fonctionnelle en ré-ouvrant certaines alvéoles collabées et redistribue une partie du liquide vers le lit capillaire en cas de surcharge. Ceci permet une diminution des résistances expiratoires et du travail ventilatoire (7). La CPAP augmente ainsi les échanges gazeux et optimise l'hématose. Des niveaux trop élevés de PEP, probablement au-delà de 10 cm H<sub>2</sub>O, semblent provoquer les effets inverses (7). Sur le plan hémodynamique, les effets de la CPAP améliorent les index cardiaque et systolique, par diminution de la précharge, de la postcharge et de la pression trans-murale du ventricule gauche. L'amélioration de l'oxygénation améliorant ainsi les performances myocardiques. Attention toutefois, en cas de niveau de pressions trop élevée ou d'insuffisance ventriculaire droite, la CPAP peut à l'inverse altérer l'hémodynamique.

Le matériel de CPAP doit être simple, peu coûteux, utilisable dès le domicile et durant le transport. Pour créer cette pression positive permanente il ne doit pas y avoir de fuite autour du masque d'où la nécessité de bien choisir cette interface, mais il faut surtout réussir à générer un débit supérieur au débit inspiratoire instantané maximal des patients en détresse respiratoire à savoir 90-100 l/min d'où l'intérêt du choix du dispositif. Les systèmes de CPAP à débit libre ou continu et sans valve de déclenchement, indépendants d'un ventilateur, ont les caractéristiques requises. Les principaux dispositifs de CPAP à disposition dans les services d'urgence sont les CPAP GAMIDA™ et les CPAP BOUSSIGNAC™ que nous nous proposons de présenter ici. La [figure 1](#) schématisant le fonctionnement d'une CPAP.

Les CPAP à débit continu d'un mélange Air/O<sub>2</sub> du laboratoire GAMIDA requièrent l'apposition sur le masque de différentes valves de Pep (de 5 à 10 cmH<sub>2</sub>O) permettant ainsi la genèse des différents niveaux de pressions correspondant. Ce système ne permet toutefois pas de se dispenser du monitoring de la pression mesurée au niveau des voies aériennes du patient grâce au manomètre qui est couplé au dispositif. Les débits du mélange Air/O<sub>2</sub> sont très importants de l'ordre de 90 l/min, le monitoring de la FIO<sub>2</sub> délivrée s'impose pour ne pas dépasser 60 %. Cette CPAP est généralement utilisée afin de maîtriser la FiO<sub>2</sub>.

Le système de CPAP Boussignac™ dit à débit libre repose sur l'injection d'un gaz (en pratique de l'oxygène seul) à haut débit dans un cylindre, créant du fait des propriétés de friction des gaz, une hélice virtuelle et donc une valve virtuelle dont la valeur est fonction du débit d'O<sub>2</sub> délivrée générant ainsi une pression positive au niveau des voies aériennes. Le monitoring de cette pression est absolument indispensable car seul le débit et la variation du débit du gaz dans ce cylindre assure à lui seul la pression positive. On doit pour cela généralement assurer un débit d'O<sub>2</sub> de l'ordre de 30 l/min mais toujours en regard de la pression induite par ce même débit.

Figure 1 – Fonctionnement schématique de la CPAP



## 6. Rôle infirmier dans la mise en place de la CPAP

Lors de la mise de la **CPAP Boussignac™** trois étapes se succèdent. Ces étapes doivent être détaillées au patient afin d'obtenir son entière collaboration. Il faudra préalablement bien choisir la taille de masque adaptée à la morphologie du malade afin d'éviter les fuites. La taille est définie par la distance entre la racine du nez et le sillon mento-labial (patient bouche ouverte). On applique ce masque, initialement connecté au dispositif de CPAP, au manomètre et au rotamètre de débit d'O<sub>2</sub>, sur le visage du patient en le mettant en garde contre la sensation de gêne respiratoire qu'il va ressentir. Gêne qui va progressivement laisser place à une amélioration de sa ventilation. Le débit initial sera alors bas de l'ordre de 10 l/min.

La seconde étape consiste, une fois le malade habitué au masque, à fixer le harnais en prenant garde qu'il n'y ait pas de fuite. Puis, en fonction de la tolérance du patient on augmente progressivement le débit d'O<sub>2</sub>, et donc par corrélation le niveau de PEP pour atteindre environ 30 l/min soit une PEP à 7 cmH<sub>2</sub>O.

Concernant la **CPAP Gamida™**, le masque sera plaqué doucement sur le visage du patient sans y adjoindre de valve de pep à la phase initiale. On commence toujours par administrer un débit de gaz élevé voir maximum. On fera attention à ne pas dépasser des FIO<sub>2</sub> > 60 % en maintenant un débit d'O<sub>2</sub>, suffisant et nécessaire. L'apposition des valves de pep se fera ensuite graduellement d'abord



à 5 cmH<sub>2</sub>O en surveillant la tolérance du patient jusqu'à atteindre des niveaux de pep de 7,5 cmH<sub>2</sub>O sans dépasser 10 cmH<sub>2</sub>O car il ne semble pas y avoir de bénéfice au-delà. Puis en fonction des objectifs fixés on s'autorise à baisser le débit de gaz ainsi que de la FIO<sub>2</sub>.

L'utilisation d'un dispositif de CPAP engagée précocement à la phase initiale de la prise en charge s'accompagne tout naturellement en association avec la thérapeutique médicamenteuse retenue incluant par ailleurs une indispensable surveillance tout au long du transport ou du transfert du malade.

## 7. Surveillance infirmière de toute VNI

L'infirmier doit tout au long de la prise en charge assurer une étroite surveillance. Il veillera à prévenir toute lésion éventuelle des oreilles ou de l'arête nasale. Les zones d'appui trop marquées ainsi que les fuites au niveau du masque sont recherchées et corrigées. Une amélioration de la SpO<sub>2</sub>, des fréquences respiratoire et cardiaque seront les premiers critères d'une évolution favorable. De même la disparition des sueurs et de la cyanose objective une efficacité de la technique. En plus des éléments généraux cités précédemment, le bon maintien du niveau de pression doit être surveillé fréquemment, ce paramètre n'étant généralement pas couplé à une alarme. Une baisse de pression doit faire rechercher un déplacement du masque ou une diminution de l'alimentation en oxygène. En SMUR, la surveillance de la quantité d'oxygène disponible doit être particulièrement attentive.

## 8. Effets secondaires et complications de la VNI

Les effets indésirables et complications de la VNI sont généralement sans gravité. On retrouve principalement lié à l'interface des lésions cutanées à types d'érythème ou d'ulcération de l'arête nasale. L'intolérance au masque est souvent responsable d'un inconfort ou d'une claustrophobie. Sont décrites également des douleurs sinusiennes, une sécheresse oro/nasale, une irritation conjonctivale. Plus rarement on retrouve des distensions abdominales avec nausées voire vomissements principalement lorsque les pressions sont trop élevées. Quelques complications graves ont été par ailleurs rapportées à type d'inhalation, d'hypotension et de pneumothorax. Le risque majeur de la VNI reste cependant le retard à l'intubation !

## 9. Conclusion

Au total la VNI en médecine d'urgence est sûrement un apport essentiel parmi les outils thérapeutiques récents mis à la disposition de nos patients. De nombreux indicateurs montrent que le succès d'une VNI dépend de la précocité de son

administration, la médecine d'urgence est donc en première ligne. Cependant, pour réussir, la pratique de la VNI ne doit pas être improvisée mais anticipée et accompagnée. À cette condition, cet outil peut être transformé en atout d'un service d'urgence, ou d'une unité mobile hospitalière. La pratique de la CPAP et de la VNI ne s'improvise pas. Le niveau de formation et d'expérience pourrait être un déterminant important de son succès. Une optimisation de la formation initiale théorique et pratique ainsi que la mise en place de formations continues sont absolument nécessaires. La connaissance des mécanismes physiopathologiques, des dispositifs utilisés et de leurs limites est fondamentale pour garantir la sécurité des patients.

En préhospitalier la VNI de choix recommandée est la CPAP pour l'OAP et la VS AI PEP pour la décompensation de l'insuffisant respiratoire chronique. La VNI a ses limites. Il faut savoir s'arrêter si cela ne fonctionne pas pour pas retarder une intubation nécessaire.

Le développement des nouvelles machines ainsi qu'une formation accrue des acteurs de l'urgence permettrait probablement d'étendre la VNI à de nouvelles indications.

## Bibliographie

1. Conférence de Consensus « VNI au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu) » organisée par la SFAR, la SPLF et la SFAR du 12 octobre 2006.
2. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Non invasive Positive Pressure, Ventilation in Acute Respiratory Failure; Dec 2000.
3. Non invasive ventilation for acute respiratory failure: L. Brochard ; Août 2002.
4. Non invasive ventilation for acute respiratory failure. A meta-analysis update (2002) Crit Care Med : 30 : 555-62.
5. Randomised controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel non invasive ventilation and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary oedema; 2004 Emerg Med Journal.
6. Non invasive ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease (2003) Cochrane systematic review and meta-analysis BMJ 2003.
7. Effets of non invasive positive pressure ventilation on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis; Lancet 2006.
8. Dyspnée aiguë Oxygénothérapie et supports ventilatoires. Journées scientifiques SAMU de France 2004.