

VNI chez l'enfant, comment faire (nouveau-né exclu) ?

S. ESSOURI, L. CHEVRET, P. DURAND, P. TISSIÈRES

Points essentiels

- La physiopathologie spécifique du jeune enfant explique la grande prévalence des détresses respiratoires aiguës (DRA) dans cette population.
- Les indications de la ventilation non invasive (VNI) en pédiatrie ne sont pas validées mais les données cliniques sont de plus en plus nombreuses et très en faveur de l'utilisation de la VNI dans un grand nombre d'étiologies de DRA.
- C'est un support ventilatoire partiel qui a tout son intérêt lors de la prise en charge précoce de la DRA.
- La VNI est un support de défaillance vitale et ne peut être réalisée en pédiatrie que dans les structures de réanimation-soins intensifs.
- Le succès de la VNI implique une bonne connaissance de la technique et donc une formation du personnel médical et paramédical.

1. Introduction

La ventilation non invasive (VNI) est un support ventilatoire utilisé de longue date dans les pathologies respiratoires aiguës de l'adulte. Son utilisation en pédiatrie est plus récente mais en pleine expansion comme en témoigne la récente augmentation de la littérature sur ce sujet. Par définition, la VNI est un support ventilatoire qui n'utilise pas d'interface intra-trachéale, mais des interfaces adaptées à la morphologie de l'enfant. Les difficultés techniques liées au manque

Correspondance : Dr Sandrine Essouri – Service de réanimation pédiatrique – Hôpital du Kremlin-Bicêtre – 78, rue du Général-Leclerc, 94270 Le Kremlin-Bicêtre, France. Tél. : + (33)1 45 21 32 05. Fax : + (33)1 45 21 22 55. E-mail : sandrine.essouri@bct.aphp.fr

de matériel spécifique pédiatrique sont toujours d'actualité mais diminuent grâce à l'expérience clinique accrue des praticiens pédiatres et urgentistes.

Le jeune enfant a certaines particularités anatomiques et physiologiques (1, 2) : proportion de fibre diaphragmatique de type I plus faible, cage thoracique circulaire, voies aériennes de petites tailles, compliance thoracique supérieure à la compliance pulmonaire, dont les conséquences directes sont :

- une réduction de la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) et donc la susceptibilité importante à la constitution d'atélectasies ;
- des contraintes imposées au système respiratoire importantes (résistance, compliance...) ;
- une fatigue musculaire précoce (3, 4).

Par ailleurs, du fait de sa croissance, le nourrisson a une consommation d'oxygène (VO_2) proche du double de celle de l'adulte. L'ensemble de ces particularités explique l'importance de la prévalence des détresses respiratoires chez l'enfant, qui est la première cause d'admission dans les unités de soins intensifs et réanimation pédiatriques. Les objectifs de la VNI dans les situations de détresses respiratoires aiguës (DRA) sont similaires à ceux décrits chez l'adulte : la réduction du travail respiratoire, l'amélioration de la ventilation alvéolaire et des échanges gazeux.

La VNI chez l'enfant a maintenant une place indiscutable dans la prise en charge précoce des DRA, l'objectif clinique principal restant, comme chez l'adulte, la réduction du recours à l'intubation. On distinguera 2 types de support ventilatoire non invasif : la Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) et la VNI à deux niveaux de pressions.

Cet article a pour but de présenter une mise au point récente des indications de la VNI chez l'enfant (hors nouveau-né) en situation de DRA, et les modalités pratiques de mise en œuvre de ce support ventilatoire.

2. Principales indications

La conférence de consensus commune SRLF-SFAR sur la VNI dans les détresses respiratoires aiguës, réalisée en octobre 2006, est la première qui fait une place, certes modeste, à la pédiatrie avec des indications validées pour la prise en charge des décompensations aiguës de pathologies chroniques telle que la mucoviscidose (5). En revanche, elle ne valide aucune indication de détresse respiratoire aiguë chez l'enfant, mais en pratique il existe de plus en plus de situations dans lesquelles les expériences cliniques sont favorables. Les principales indications de l'utilisation de la VNI chez l'enfant sont regroupées dans le tableau 1.

La VNI en pédiatrie sera utilisée dans les DRA qui présentent les signes suivants :

- des anomalies du rythme respiratoire avec une augmentation clinique du travail respiratoire mise en évidence par les signes de rétraction (tirage, battements des ailes du nez, balancement thoraco-abdominal) ;

Tableau 1 – Principales indications de la VNI en pédiatrie

Principales indications de la VNI en pédiatrie
Détresse respiratoire postopératoire (atélectasie, épanchements, dysfonction diaphragmatique...)
Pneumopathie communautaire
Bronchiolite
DRA chez l'enfant immunodéprimé
Syndrome thoracique aigu de l'enfant drépanocytaire
Asthme aigu grave
Sevrage de la ventilation invasive
OAP, dysfonction ventriculaire gauche
Noyade

Tableau 2 – Contre-indications de la VNI

Contre-indications de la VNI
Situation extrême avec arrêt respiratoire ou cardio-respiratoire
Défaillance multi-viscérale
Trouble de la conscience ne permettant pas de protection des voies aériennes
Saignement important de la sphère digestive haute
Traumatisme ou chirurgie faciale, déformation faciale
Obstruction fixée des voies aériennes supérieures
Risque élevé d'inhalation
Pneumothorax non drainé
Incapacité à coopérer ou à tolérer l'interface

- associées à des anomalies des échanges gazeux (PaCO_2 , rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ou $\text{SaO}_2/\text{FiO}_2$) ;
- en l'absence de contre-indications détaillées dans le tableau 2.

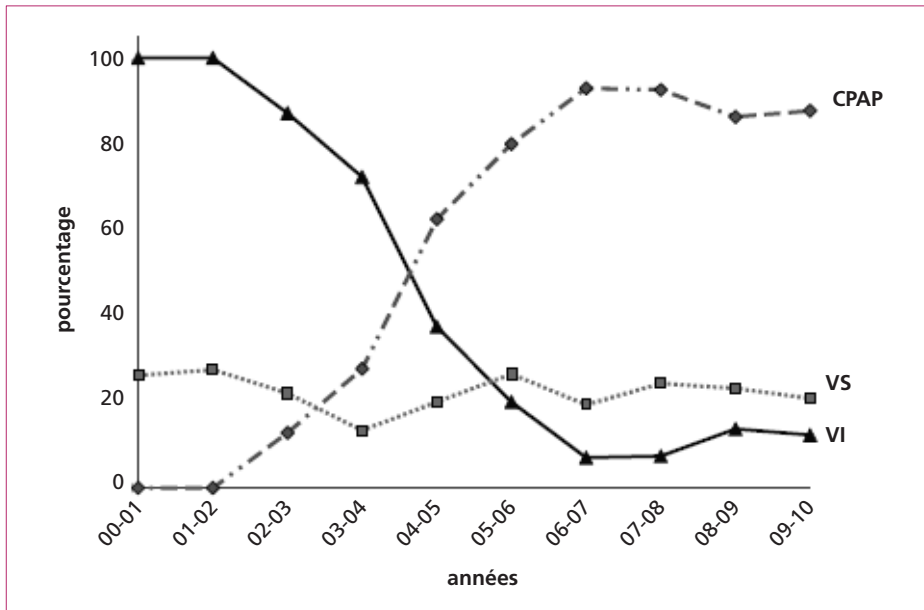
2.1. Bronchiolite sévère

La bronchiolite est une infection respiratoire essentiellement virale, survenant par épidémies hivernales et touchant avec prédilection le nourrisson. Cette pathologie est responsable d'un recrutement majeur des services de réanimation pédiatrique en phase épidémique. L'agent responsable est le plus souvent le virus respiratoire syncytial (VRS), en cause dans 60 à 90 % des cas selon les études.

La physiopathologie de la bronchiolite fait intervenir une action directe du virus sur les voies aériennes avec une obstruction à la fois endoluminale (œdème alvéolaire) et murale. L'hospitalisation concerne essentiellement les jeunes nourrissons (70 % des nourrissons hospitalisés sont âgés de moins de 3 mois) ; 3 % des enfants hospitalisés vont développer une forme sévère nécessitant un support ventilatoire, principalement les plus jeunes d'entre eux, du fait des caractéristiques physiologiques préalablement détaillées. Jusqu'au début des années 2000, le seul support disponible était la ventilation invasive. L'efficacité de la nCPAP dans la bronchiolite a été décrite il y a longtemps par Beasley et Soong (6, 7). Ce n'est que récemment que les expériences cliniques se sont multipliées et montrent des résultats encourageants avec une amélioration des signes de détresse respiratoire, des échanges

gazeux et une diminution du taux d'intubation (8-12). La **figure 1** montre l'évolution du type de support ventilatoire dans les bronchiolites dans l'unité de réanimation pédiatrique du Kremlin Bicêtre entre 2002 et 2010. Les données cliniques récentes contrastent avec les recommandations de la seule conférence de consensus sur la VNI dans les détresses respiratoires aiguës avec une partie pédiatrique datant de 2006 qui recommande de recourir probablement (G2+ selon le système GRADE) à une VNI dans les cas de bronchiolites apnéisantes, alors qu'elle ne le recommande pas (sans cotation possible selon le système GRADE) en cas de forme non-apnéisante. L'impossibilité méthodologique et éthique de comparer intubation/VNI dans cette pathologie nous a poussé à réaliser des études physiologiques afin de valider cette impression clinique forte. Ainsi, l'équipe de Cambonie *et al.* montre que les bronchiolites sont associées à une augmentation importante du travail respiratoire, calculé sur le produit pression-temps œsophagien (PTP), et que ce travail respiratoire est significativement réduit par la VNI en mode CPAP à un niveau de 6 cm d'eau (13). Ces données sont confirmées par un travail récent qui retrouve des datas similaires chez 10 nourrissons atteints de bronchiolite sévère qui démontre en plus que cette pathologie est associée à une pression expiratoire positive intrinsèque (PEEPi) moyenne de 6 cm H₂O et que le niveau optimal de CPAP, associé à une réduction de plus de 50 % des valeurs de travail respiratoire, est de 7 cm H₂O, afin probablement de contrecarrer la PEEPi (14).

Figure 1 – Évolution du type de support ventilatoire initial dans la prise en charge des bronchiolites sévères admises en réanimation pédiatrique au CHU Kremlin Bicêtre de 2000 à 2010.



CPAP : Continuous positive airway pressure, VS : ventilation spontanée, VI : ventilation invasive.

En pratique, la CPAP est par définition un support ventilatoire partiel et doit donc être débutée précocement dans l'histoire de la défaillance respiratoire. C'est pourquoi, dans cette pathologie, les SMUR pédiatriques et les pédiatres des urgences ont été formés afin d'initier ce support juste avant et/ou pendant le transfert vers les unités de réanimations pédiatriques. Les modalités pratiques seront détaillées par la suite.

2.2. DRA postopératoire

Cette indication est validée chez l'adulte mais en pédiatrie, malgré l'absence de validation, la VNI est utilisée par une grande majorité des réanimateurs (> 50 %) (15). La susceptibilité particulière des enfants à la survenue des troubles de ventilation et le contexte du postopératoire (douleurs, épanchements, dysfonction diaphragmatique...) explique l'intérêt certain de la VNI dans le recrutement alvéolaire. Plusieurs séries pédiatriques rapportent un réel bénéfice, avec l'absence d'effets indésirables graves, dans divers contextes : la chirurgie cardiaque, la greffe hépatique ou la chirurgie abdominale lourde, la chirurgie vertébrale (16-19).

2.3. Enfant immuno-déprimé

La survenue d'une DRA chez le patient immunodéprimé qui nécessite une ventilation assistée, auparavant exclusivement invasive, est associée à un niveau élevé de complications notamment infectieuses et à une surmortalité importante. L'utilisation de la VNI est maintenant la première ligne de traitement chez les patients immunodéprimés adultes (20). Il n'existe aucune étude randomisée pédiatrique mais plusieurs expériences cliniques montrent que la VNI est faisable chez cette population particulière avec des taux de succès de la VNI, défini par l'absence d'intubation, supérieur à 60 % (19, 21, 22).

2.4. Atteinte parenchymateuse (pneumopathies, ALI, SDRA)

Ces pathologies peuvent être regroupées sous le terme de détresse respiratoire aiguë de type 1, hypoxémique. Ces patients présentent une atteinte de la membrane alvéolo-capillaire prédominante avec des anomalies marquées des échanges gazeux. Le support ventilatoire doit pouvoir améliorer l'oxygénation et diminuer le travail respiratoire. L'Her *et al.* ont démontré chez l'adulte, que la VNI à 2 niveaux de pression, comparée à la CPAP seule, permet une meilleure diminution du travail respiratoire et une amélioration de l'oxygénation (23). Cela a également été démontré chez l'enfant avec une réduction significative du travail respiratoire de l'ordre de 50 % (24).

Les DRA hypoxémiques sont les pathologies pour lesquelles le taux de succès de la VNI est le plus faible mais il reste sur l'ensemble des études cliniques supérieur à 50 %. La situation la plus complexe est le syndrome de détresse respiratoire aigu (SDRA), pathologie qui est associée au taux d'échec le plus élevé aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant. De plus, dans les travaux évaluant les facteurs prédictifs de la VNI, le SDRA ou DRA de type 1 est identifié comme facteur indépendant

d'échec (19, 25). Cela ne fait pas de cette pathologie une contre-indication de la VNI mais implique une évaluation clinique plus importante pour cette population spécifique afin de ne pas retarder l'intubation si nécessaire.

2.5. Le syndrome thoracique aigu de l'enfant drépanocytaire (STA)

La physiopathologie du STA est complexe et fait intervenir plusieurs éléments sur lesquels la VNI peut avoir un effet bénéfique. Le tableau douloureux généré par la crise vaso-occlusive thoracique entraîne une hypoventilation alvéolaire qui facilite la survenue de troubles de ventilation et altère les échanges gazeux et l'oxygénation. La plupart des patients (environ 70 %), adulte ou enfant, avec un STA sont hypoxiques (26). Les conséquences de cette hypoxie sont connues et majorent le processus de falciformation ainsi que le risque de survenue d'infarctus parenchymateux. La VNI a probablement un effet bénéfique par le biais de l'amélioration de l'oxygénation et le recrutement alvéolaire qui permettent de rompre le cercle vicieux du STA. Plusieurs études rétrospectives pédiatriques montrent l'efficacité de la VNI dans cette pathologie (19, 27, 28).

3. Aspect pratique de la VNI

La mise en place de la VNI nécessite un matériel spécifique (l'interface, le ventilateur, le circuit, le réchauffeur). Une fois prise la décision de débiter un support ventilatoire non invasif, le praticien va devoir faire plusieurs choix, le premier étant le type de support à faire. Il faut avant tout décider si on fera une VNI à 2 niveaux de pression ou une simple CPAP. La grande différence est la notion d'interaction patient-ventilateur. En effet, en cas de VNI à 2 niveaux de pression il faut une bonne interaction entre le patient et son ventilateur, en revanche ce problème ne se rencontre pas en cas de CPAP.

En pratique, la CPAP est essentiellement réalisée chez le petit nourrisson (< 8 kg) pour lequel les interfaces disponibles sont peu nombreuses, les interfaces les plus largement utilisées étant les canules binasales ou le masque nasal. L'association d'un enfant de petit poids qui développe des petits volumes courants, d'une sensibilité du trigger inspiratoire insuffisante et des fuites sur l'interface ou par la bouche fait que l'interaction du jeune nourrisson avec son ventilateur est très difficile à obtenir. Un travail réalisé chez les nourrissons avec une laryngomalacie sévère nécessitant une VNI montre un taux important d'asynchronie en BiPAP et ne met pas en évidence de gain sur le travail respiratoire entre le CPAP et la BiPAP (29). Ainsi, dans la pathologie la plus fréquente du nourrisson, la bronchiolite, la nCPAP est le mode ventilatoire de première intention.

3.1. Interfaces

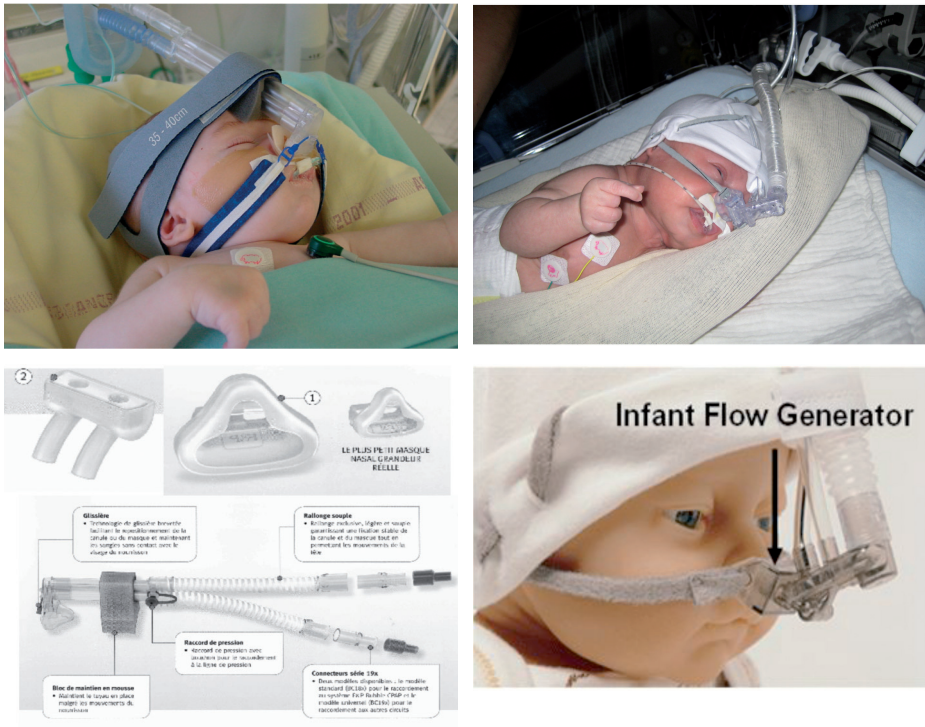
L'interface est un élément clé du succès de la VNI. En effet, même si l'efficacité est primordiale, la bonne tolérance de l'interface est également un point crucial pour le succès de la technique. Pendant de nombreuses années, les pédiatres ont du

rivaliser d'ingéniosité afin d'adapter les interfaces destinées aux adultes pour pouvoir les utiliser chez l'enfant. L'industrie offre maintenant un choix plus large d'interface dont certaines sont spécifiquement pédiatriques. Il existe 6 classes d'interfaces : l'embout buccal, les canules nasales, le masque nasal, le masque naso-buccal, le masque facial et le casque (helmet). Parmi celles-ci, 2 ne sont pas adaptées à l'enfant : l'embout buccal et le masque facial.

3.1.1. Les canules nasales

C'est l'interface de choix du nouveau-né et du petit nourrisson (< 8kg). Les 2 leaders des canules nasales en France sont le système Infant Flow™ (Sebac), destinées essentiellement à la néonatalogie, et les canules Fisher & Paykel (figure 2). Cette interface permet la réalisation de la CPAP nasale dans la pathologie la plus fréquente du nourrisson, la bronchiolite mais n'est pas adaptée à la VNI à deux niveaux de pression du fait d'une mauvaise interaction patient-ventilateur.

Figure 2 – Interfaces nasales (canules) pour les nourrissons



3.1.2. Le masque nasal

Cette interface est triangulaire couvrant le nez seulement et elle peut être industrielle ou faite sur mesure dans les équipes spécialisées. Les avantages sont qu'elle génère un faible espace mort, permet un accès simple à la bouche (aspiration,

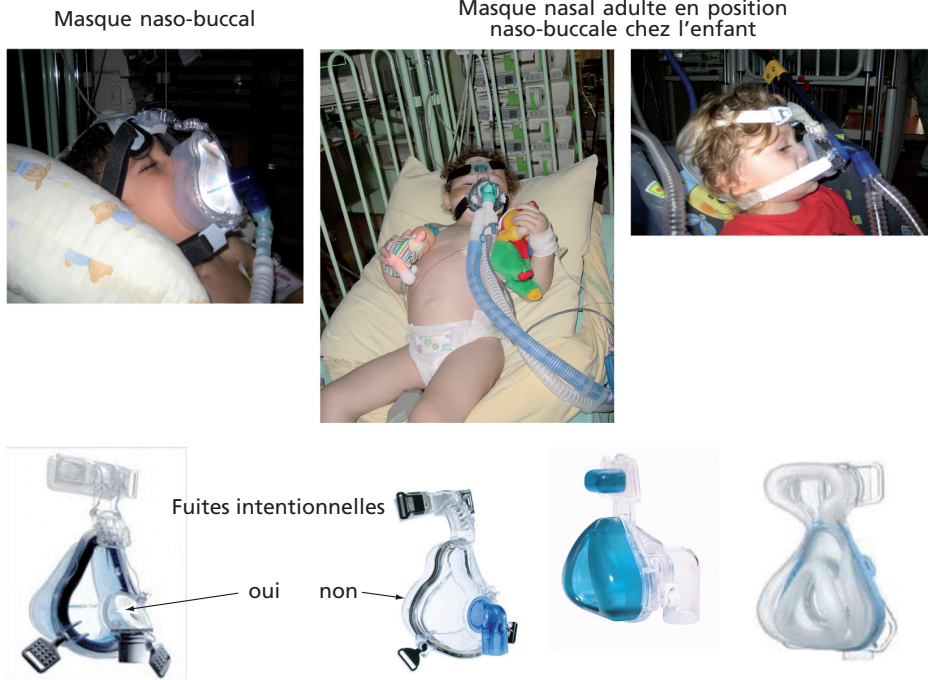
alimentation) avec une bonne tolérance de l'interface et peu de claustrophobie. C'est l'interface de choix pour la prise en charge des insuffisances respiratoires chroniques de l'enfant. En revanche, en cas de DRA lorsque l'interface utilisée est exclusivement nasale, les enfants développent une respiration buccale, afin de limiter les résistances des voies aériennes supérieures, et il y a alors des fuites par la bouche qui altèrent l'interaction patient-ventilateur et donc l'efficacité de la VNI. Il n'est donc pas recommandé d'utiliser un masque nasal en première intention dans les DRA de l'enfant.

3.1.3. Le masque naso-buccal

C'est l'interface de choix dans la prise en charge des défaillances respiratoires aiguë de l'enfant. La variation importante de poids et de morphologie entre le nourrisson et l'adolescent impose un large choix d'interface (figure 3). Chez le nourrisson, il n'existe pas d'interface naso-buccale spécifique donc le pédiatre sera amené à utiliser un masque nasal adulte en position naso-buccale. Ces masques évitent les fuites orales importantes et permettent une meilleure interaction avec le ventilateur et une meilleure efficacité.

Ces masques, tout comme les masques nasaux, sont à séparer en 2 catégories en fonction de l'existence ou non de fuites intentionnelles pour prévenir le rebreathing du CO₂ « vented/non vented ». En pratique, les masques à fuite sont utilisés

Figure 3 – Interfaces naso-buccales



avec des circuits mono-brin non muni de valve expiratoire. Lors de l'utilisation en soins intensifs avec des circuits double-brin classiques, on choisira des masques sans fuites.

3.1.4. *Helmet*

Plusieurs travaux ont montré l'effet délétère des complications liées à l'interface (fuites, lésions cutanées, mauvaise tolérance) sur l'efficacité de la VNI. Le casque est une interface sans point d'appui sur le visage qui permet de délivrer une CPAP. Le développement de tailles adaptées permet de l'utiliser chez le petit avec un maintien par des sangles axillaires ou un système de culotte.

Son efficacité sur la réduction du travail respiratoire est controversée mais Vargas et col. ont démontré une efficacité similaire avec des paramètres adaptés à ce type d'interface (30). Plusieurs auteurs décrivent sa bonne tolérance et son intérêt en pédiatrie pour la réalisation d'une CPAP avec un débit de gaz élevé afin de permettre une bonne clearance du CO₂ dans le casque (31-33).

Les avantages et les inconvénients de chacune des interfaces sont résumés dans le **tableau 3**.

Tableau 3 – Avantages et inconvénients des différentes interfaces de VNI

Type	Avantages	Inconvénients
Masque nasal	Faible espace mort. Bonne tolérance à long terme. Peu de claustrophobie. Autorise l'accès à la bouche.	Perte d'efficacité en cas d'ouverture de bouche. Altération interaction patient-ventilateur en cas de DRA.
Masque naso-buccal	Diminution des fuites orales. Amélioration synchronisation au ventilateur. Amélioration de l'efficacité.	Anxiété. Espace mort plus élevé. Distension gastrique ±
Helmet	Amélioration confort et tolérance. Diminution des fuites. Diminution des lésions cutanées. Bonne oxygénation.	Moins bonne réduction du WOB. Asynchronies patient ventilateur plus fréquente. Hypercapnie si débit de gaz utilisé insuffisant.

3.2. Les ventilateurs

On décrit 3 classes de ventilateurs :

- les ventilateurs dédiés à la ventilation à domicile (BiPAP synchrony Respironics, VS ultra Saime, VPAP III Res Med, Eole 3...), qui sont le plus souvent dénués de mélangeur et ont des systèmes de compensation de fuite moins performants. Ils ne sont adaptés à la prise en charge des DRA de l'enfant ;

- les ventilateurs spécifiquement conçus pour la VNI (BiPAP vision Respironics, Carina Dräger, LTV 1000 Breas...) : ils offrent un mélangeur, un niveau de compensation de fuite optimal et peuvent être utilisés pour la VNI dans les DRA de l'enfant ;
- les ventilateurs polyvalents de réanimation (Evita 4, XL Dräger, Servo i Maquet, Elisée ResMed Saime, Vela Viasys...) sont conçus pour la ventilation invasive mais la plupart d'entre eux disposent maintenant d'un soft spécifique VNI qu'il faudra activer car il permet une compensation des fuites optimisée et des réglages d'alarmes pouvant limiter la nuisance sonore. Ce sont également des ventilateurs utilisables chez l'enfant.

3.3. Les circuits

Il faut choisir le circuit adapté au ventilateur utilisé et à l'interface choisie (avec ou sans fuites). Les circuits double-brins, 22 mm de diamètre, seront utilisés avec les ventilateurs polyvalents de réanimation et une interface sans fuite intentionnelle.

La seule situation pour laquelle on utilisera un circuit pédiatrique 11 mm est la CPAP nasale avec les canules nasales.

3.4. L'humidification

C'est un point crucial de la VNI. Il a été démontré que la ventilation avec des gaz froids et secs altère la capacité de la muqueuse nasale à humidifier et réchauffer les gaz inhalés et cela génère une inflammation locale par la libération de leucotriènes pro-inflammatoires. Les enfants ont la particularité anatomique déjà citée plus haut, d'avoir des voies aériennes supérieures de petites tailles et hautement résistives. Toute réduction de diamètre, par un mauvais drainage des sécrétions, génère une augmentation importante des résistances et donc du travail respiratoire. L'humidification et le réchauffement des gaz inhalés est donc primordial afin d'éviter cet effet délétère des gaz froids.

Parmi les 2 types d'humidification qui existent : humidificateur chauffant ou filtre, le seul utilisé en pédiatrie est l'humidificateur chauffant. En effet, plusieurs auteurs montrent que les filtres/humidificateur sont associés à un travail respiratoire plus important, un espace mort et une PCO_2 plus élevés (34, 35).

4. Mode de ventilation et réglages

Afin de rester simple, on choisira la CPAP lorsque l'on utilise une interface nasale et en pratique cela concerne essentiellement la bronchiolite. Pour les autres indications de VNI, on choisira de préférence un mode avec une pression inspiratoire qui permet une meilleure réduction du travail respiratoire mais nécessite une interface naso-buccale.

Les ventilateurs offrent un très large choix de modes ventilatoires qui sont la plupart du temps mal maîtrisés par les praticiens. Il convient donc de limiter le

nombre de mode que l'on utilise en VNI mais de bien en comprendre le fonctionnement.

Les 3 principaux modes utilisés sont les suivants :

- CPAP : l'enfant va respirer spontanément autour d'un niveau de pression positif de 5 à 10 cm H₂O, sans cycle imposé ni aide inspiratoire.
- VS-AI+PEP (ventilation spontanée avec aide inspiratoire + PEP) ou pression support ventilation (PSV) : c'est le mode dans lequel l'enfant impose sa respiration au ventilateur, non cyclé en temps. Le niveau d'AI est délivré par le ventilateur dans un temps défini (pente), dès la détection du début de l'inspiration de l'enfant (sensibilité du trigger). Le ventilateur détecte le début de l'expiration grâce au trigger expiratoire.
- Les modes cyclés en temps (S/T mode) : en plus du mode spontané est associé une fréquence machine minimale qui délivre un niveau de pression inspiratoire défini (PI) pendant un temps défini (Ti). Les triggers inspiratoire et expiratoire doivent être activés et réglés afin de permettre la VS et optimiser la synchronisation patient-ventilateur.

La première séance de VNI chez l'enfant est la plus difficile et celle qui nécessite le plus de temps. Le « challenge » est de faire ressentir à l'enfant le bénéfice que lui apporte la VNI en limitant l'angoisse du masque. Lors de la première séance, on appliquera manuellement le masque sans le fixer d'emblée et avec des fuites volontaires, on diminuera les fuites progressivement pour que l'enfant sente le bénéfice du support ventilatoire et lorsqu'il est calme on fixe le masque grâce aux sangles fournies. Les paramètres initiaux sont volontairement peu élevés, les niveaux de PEP et/ou d'AI seront augmentés par palier en fonction de la tolérance et l'efficacité clinique jugée sur l'amélioration de l'ampliation thoracique, visible dès les premiers cycles de VNI, et la réduction des signes de lutte (**figure 4**).

La CPAP sera appliquée initialement en continu, en revanche, pour la VNI on préférera des séances intermittentes de 2 h à 4 h répétées 2 à 4 fois par jour selon la clinique.

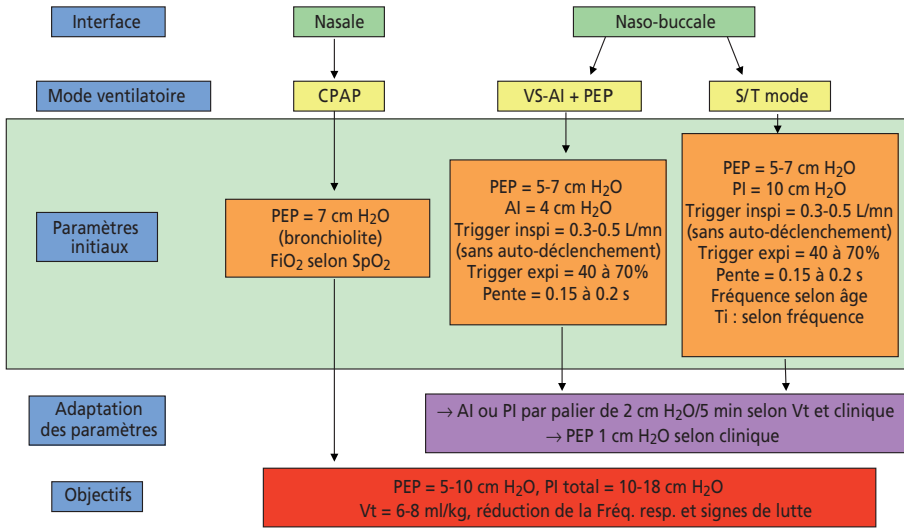
5. Évolution en VNI

Tout patient qui nécessite un support ventilatoire présente une défaillance vitale qui impose un monitoring strict et une évaluation régulière de la situation.

Les enfants en VNI sont actuellement pris en charge exclusivement dans les unités de soins intensifs et réanimation pédiatrique pour plusieurs raisons, médicales et structurelles.

Une évaluation clinique et gazométrique (non invasive, si possible par mesure de la PCO₂ transcutanée) est indispensable dans les 2 h qui suivent la mise en place de la VNI.

Figure 4 – Algorithme mise en place de la VNI, réglages initiaux et adaptation



Les critères d'échec de la VNI sont évalués régulièrement et les critères reconnus sont précisés dans le **tableau 4**.

Tableau 4 – Facteurs d'échec de la VNI

CPAP : critères échec	VNI : facteurs et critères d'échec	
FiO ₂ > 80 %	Avant VNI	Pendant VNI
Peu ou pas de ↓ PCO ₂	DRA de type 1 (hypoxémiante)	↗ besoins en FiO ₂
Peu de ↓ de la FR	SDRA	Peu ou pas de ↓ PCO ₂
Apnées persistantes	PRISM élevé	Peu de ↓ de la FR
PRISM élevé à H24	Défaillance multi-viscérale	

6. Conclusion

La VNI chez l'enfant est devenue un outil thérapeutique indiscutable. La majorité des travaux publiés sont des études cliniques non randomisées mais ils montrent que la VNI est efficace, qu'elle permet une amélioration du statut respiratoire et des échanges gazeux, une réduction du travail respiratoire et une diminution du recours à l'intubation. Ce support ventilatoire nécessite un investissement de l'équipe soignante médicale et paramédicale afin d'optimiser son efficacité et cela passe par une formation solide des équipes sur l'ensemble des aspects pratiques de la VNI.

Par ailleurs, la poursuite des travaux de recherche randomisés reste nécessaire pour valider les indications, les réglages et les critères d'échec et voir dans un délai raisonnable la création d'une conférence de consensus dans laquelle la VNI en pédiatrie aurait une vraie place.

Références

1. Le Souef P.N. et al. Comparison of diaphragmatic fatigue in newborn and older-rabbits. *J Appl Physiol* 1988 ; 65(3) : p. 1040-4.
2. Openshaw P., S. Edwards, and P. Helms. Changes in rib cage geometry during childhood. *Thorax* 1984 ; 39(8) : p. 624-7.
3. Papastamelos C. et al. Developmental changes in chest wall compliance in infancy and early childhood. *J Appl Physiol* 1995 ; 78(1) : p. 179-84.
4. Agostoni E. Volume-pressure relationships of the thorax and lung in the newborn. *J Appl Physiol* 1959 ; 14 : p. 909-13.
5. Conférence de consensus commune SFAR, SPLF, SRLF. Ventilation Non Invasive au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu). *Réanimation* 2006 ; 5-12.
6. Beasley J.M. and S.E. Jones. Continuous positive airway pressure in bronchiolitis. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1981 ; 283(6305) : p. 1506-8.
7. Soong W.J., B. Hwang, and R.B. Tang. Continuous positive airway pressure by nasal prongs in bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol* 1993 ; 16(3) : p. 163-6.
8. Champion A. et al. [Non-invasive ventilation in infants with severe infection presumably due to respiratory syncytial virus: feasibility and failure criteria]. *Arch Pediatr* 2006 ; 13(11) : p. 1404-9.
9. Larrar S. et al. [Effects of nasal continuous positive airway pressure ventilation in infants with severe acute bronchiolitis]. *Arch Pediatr* 2006 ; 13(11) : p. 1397-403.
10. Yanez L.J. et al. A prospective, randomized, controlled trial of noninvasive ventilation in pediatric acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med* 2008 ; 9(5) : p. 484-9.
11. Thia L.P. et al. Randomised controlled trial of nasal continuous positive airways pressure (CPAP) in bronchiolitis. *Arch Dis Child* 2008 ; 93(1) : p. 45-7.
12. Javouhey E. et al. Non-invasive ventilation as primary ventilatory support for infants with severe bronchiolitis. *Intensive Care Med* 2008 ; 34(9) : p. 1608-14.
13. Cambonie G. et al. Nasal continuous positive airway pressure decreases respiratory muscles overload in young infants with severe acute viral bronchiolitis. *Intensive Care Med* 2008 ; 34(10) : p. 1865-72.
14. Essouri S. et al. Optimal level of nasal continuous positive airway pressure in severe viral bronchiolitis. *Intensive Care Med* ; 37(12) : p. 2002-7.
15. Pouyau R., J.E. Enquête de prévalence et de pratique de ventilation non invasive en aigu dans les services de réanimation pédiatrique francophone. *Réanimation* 2007 ; 16 (suppl.1) : p. 532.
16. Chin K. et al. Noninvasive ventilation for pediatric patients including those under 1-year-old undergoing liver transplantation. *Liver Transpl* 2005 ; 11(2) : p. 188-95.
17. Joshi G. and J.D. Tobias. A five-year experience with the use of BiPAP in a pediatric intensive care unit population. *J Intensive Care Med* 2007 ; 22(1) : p. 38-43.
18. Pons Odena M., P.m.l., Segura Matule S. et al. Aplicacion de ventilacion no invasiva en pacientes postoperados cardiacos. Estudio retrospectivo. *Anales de Pediatria* 2009 ; 71(1) : p. 13-19.

19. Essouri S. et al. Noninvasive positive pressure ventilation: five years of experience in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 2006 ; 7(4) : p. 329-34.
20. Hilbert G. et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2001 ; 344(7) : p. 481-7.
21. Piastra M. et al. Noninvasive pressure-support ventilation in immunocompromised children with ARDS: a feasibility study. *Intensive Care Med* 2009 ; 35(8) : p. 1420-7.
22. Piastra M. et al. Noninvasive ventilation in large postoperative flail chest. *Pediatr Blood Cancer* 2008 ; 51(6) : p. 831-3.
23. L'Her E. et al. Physiologic effects of noninvasive ventilation during acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2005 ; 172(9) : p. 1112-8.
24. Essouri S. et al. Physiological effects of noninvasive positive ventilation during acute moderate hypercapnic respiratory insufficiency in children. *Intensive Care Med* 2008 ; 34(12) : p. 2248-55.
25. Mayordomo-Colunga J. et al. Predictive factors of non invasive ventilation failure in critically ill children: a prospective epidemiological study. *Intensive Care Med* 2009 ; 35(3) : p. 527-36.
26. Quinn C.T., B.G. The acute chest syndrome of sickle cell disease. *J Pediatr* 1999 ; 135 : p. 416-422.
27. Padman R., S.T. Lawless, and R.G. Ketrwick. Noninvasive ventilation via bilevel positive airway pressure support in pediatric practice. *Crit Care Med*, 1998 ; 26(1) : p. 169-73.
28. Padman R. and M. Henry. The use of bilevel positive airway pressure for the treatment of acute chest syndrome of sickle cell disease. *Del Med J* 2004 ; 76(5) : p. 199-203.
29. Essouri S. et al. Noninvasive positive pressure ventilation in infants with upper airway obstruction: comparison of continuous and bilevel positive pressure. *Intensive Care Med* 2005 ; 31(4) : p. 574-80.
30. Vargas F. et al., Helmet with specific settings versus facemask for noninvasive ventilation. *Crit Care Med* 2009 ; 37(6) : p. 1921-8.
31. Codazzi D. et al. Continuous positive airway pressure with modified helmet for treatment of hypoxemic acute respiratory failure in infants and a preschool population: a feasibility study. *Pediatr Crit Care Med* 2006 ; 7(5) : p. 455-60.
32. Piastra M. et al. Treatment of acute respiratory failure by helmet-delivered non-invasive pressure support ventilation in children with acute leukemia: a pilot study. *Intensive Care Med* 2004 ; 30(3) : p. 472-6.
33. Taccone P. et al. Continuous positive airway pressure delivered with a "helmet": effects on carbon dioxide rebreathing. *Crit Care Med* 2004 ; 32(10) : p. 2090-6.
34. Lellouche F. et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002 ; 28(11) : p. 1582-9.
35. Jaber S. et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas exchange during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002 ; 28(11) : p. 1590-4.