



UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année 2017

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Oxygénothérapie nasale à haut débit
dans un service de pédiatrie générale**

Présentée et soutenue publiquement le 19 juin à 16 heures.

Au Pôle Formation

Par Marie JAMIN

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Alain MARTINOT

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Denis DEVICTOR

Monsieur le Professeur Stéphane LETEURTRE

Madame le Docteur Caroline THUMERELLE

Directeur de Thèse :

Monsieur le Docteur Laurent CHEVRET

AVERTISSEMENT

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ONHD : Oxygénothérapie Nasale à Haut Débit

USC : Unité de Soins Continus

USI : Unité de Soins Intensifs

CPAP : *Continuous Positive Airway Pressure*

FiO₂ : Fraction Inspirée en Oxygène

SA : Semaines d'Aménorrhée

VNI : Ventilation Non Invasive

PaO₂ : Pression artérielle en Oxygène

BiPAP : *Bilevel Positive Airway Pressure*

PEP : Pression Expiratoire Positive

ETCO₂ : End-Tidal CO₂

SAMU : Service d'Aide Médicale Urgente

SAU : Service d'Accueil des Urgences

DRA : Détresse Respiratoire Aigue

PRAM : *Pediatric Respiratory Assessment Measure*

HAS : Haute Autorité de Santé

UHCD : Unité d'Hospitalisation de Courte Durée

VRS : Virus Respiratoire Syncytial

FC : Fréquence Cardiaque

FR : Fréquence Respiratoire

TA : Tension Artérielle

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	13
INTRODUCTION	14
OXYGÉNOTHERAPIE NASALE À HAUT DÉBIT (ONHD)	16
I. Littérature:	16
1. Néonatale :	16
2. Pédiatrique :	18
3. Adulte :	20
II. Éléments de physiologie :	21
III. Matériel :	23
IV. Éléments de surveillance :	24
V. Utilisation en dehors des services de réanimation et USC :	26
ÉTUDE PROSPECTIVE	28
I. MATÉRIEL ET MÉTHODES :	28
1. Type de l'étude :	28
2. Population de l'étude :	28
3. Indications :	28
a. <i>Bronchiolite</i> :	29
b. <i>Asthme</i>	30
c. <i>Pneumopathie</i>	32
4. Organisation du service de pédiatrie de Saint-Brieuc :.....	33
5. Description du matériel et réglages :	33
6. Fiche de recueil de données et de surveillance :.....	37
7. Surveillance:.....	37
8. Critères d'arrêt:	38
9. Critères de passage en réanimation :	39
10. Analyse statistiques des données :	39
11. Mise en place du protocole avant début :	40
II. RÉSULTATS :	40
1. Démographie :	40
a. <i>Sexe</i>	41
b. <i>Age</i>	41
c. <i>Poids</i>	41

d. <i>Caractéristiques démographiques</i>	41
2. Cause de détresse respiratoire aiguë :	41
3. Antécédents et comorbidités :	43
a. <i>Antécédents des enfants hospitalisés pour crise d'asthme</i> :	43
b. <i>Antécédents des enfants hospitalisés pour bronchiolite</i> :	44
c. <i>Antécédents des enfants hospitalisés pour pneumopathie</i> :	44
4. Caractéristiques cliniques et biologiques initiales : T0.....	45
5. Evolution :	47
a. <i>Evolution de la fréquence respiratoire</i> :	47
b. <i>Evolution du rapport SpO2 sur FiO2</i> :	47
c. <i>Durée de l'oxygénothérapie à haut débit</i> :	48
d. <i>Devenir des enfants transférés en réanimation</i> :	50
DISCUSSION	51
I. Résultats principaux de l'étude :	51
II. Critiques :	56
III. Propositions :	58
CONCLUSION	59
BIBLIOGRAPHIE	60
ANNEXES	65
I. Annexe 1 :	65
II. Annexe 2 :	70

RÉSUMÉ

CONTEXTE : L'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) permet de délivrer par l'intermédiaire d'une canule, un flux d'air humidifié et chauffé, et dont la fraction inspirée en oxygène peut être réglée. Cette technique présente de multiples avantages (physiologiques, simplicité d'utilisation) qui expliquent son utilisation croissante pour la prise en charge des détresses respiratoires aiguës. En pédiatrie, cette méthode d'oxygénation est utilisée préférentiellement dans les services de réanimation ou les unités de soins continus. Nous avons voulu rapporter sa sécurité d'emploi dans un service de pédiatrie d'un centre hospitalier général.

METHODE : Cette étude observationnelle et prospective, incluait tous les enfants atteints d'insuffisance respiratoire aiguë (bronchiolite, asthme et pneumopathie) ayant nécessité la mise en place d'ONHD avec le générateur Airvo2™ (Fischer&Payckel) au centre hospitalier de Saint Briec, entre juin 2015 et mars 2017. Les indications, l'utilisation, les éléments de surveillance ainsi que les décisions de transfert en réanimation figuraient dans un protocole. L'objectif premier était d'évaluer sa sécurité d'emploi au regard des effets secondaires observés et des transferts secondaires.

RESULTATS : Trente-sept enfants âgés en moyenne de 2 ans et 3 mois (médiane à 3 mois), souffrants de bronchiolite (n=21 soit 57%), d'asthme (n=9 soit 24%) ou de pneumopathie (n=7 soit 19%) ont été traités par ONHD. La durée moyenne d'utilisation de l'ONHD était de 26 heures. Aucun évènement indésirable n'a été observé. 10 enfants (27%) ont dû être transférés en réanimation (médiane à 4h) dans un centre hospitalier universitaire de la région (7 pour bronchiolite, majoritairement apnéisante, et 3 pour crise d'asthme). Au final, seuls 6 (soit 16%) ont nécessité en réanimation une escalade thérapeutique, via la mise en place d'une ventilation non invasive. Aucun enfant n'a été intubé.

CONCLUSION : L'utilisation de l'ONHD dans un service de pédiatrie générale pour la prise en charge des détresses respiratoires modérées paraît sécuritaire. Sa bonne tolérance et sa facilité d'utilisation sont des atouts indéniables. Son intérêt dans la prise en charge des bronchiolites, en dehors de sa forme apnéisante, paraît en accord avec les données de la littérature. Les nombreuses études prospectives en cours permettront d'harmoniser les pratiques et indications de cette technique.

INTRODUCTION

Les progrès de la médecine du 21^{ème} siècle tendent souvent vers un objectif commun de moindre invasivité. L'exemple de l'essor de la ventilation non invasive en est une des meilleures illustrations, particulièrement spectaculaire en pédiatrie dans la prise en charge des bronchiolites sévères du nourrisson¹. L'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) par canule, même si non classifiée en ventilation non invasive, tend à cet objectif similaire avec certains éléments de physiologie assez proches.

La plupart des études pédiatriques rapportant l'utilisation de l'ONHD en situation de détresse respiratoire ont été effectuées au sein de structures avec réanimation ou unités de soins continus (USC)². En France, à ce jour, l'utilisation de l'ONHD est possible au sein de structures non labélisées USC permettant donc de mettre en place cette thérapeutique dans un service de pédiatrie générale d'hôpital général par exemple. Nous avons donc souhaité décrire, au sein d'un tel service ne disposant pas de réanimation pédiatrique ou d'USC dans l'hôpital, la possibilité d'utilisation de l'ONHD pour la prise en charge des pathologies respiratoires communautaires sévères mais ne nécessitant pas un transfert en réanimation d'emblée. La possibilité d'utilisation évaluait en premier lieu la sécurité des enfants, et donc l'absence de retard de prise en charge ou l'absence de complications associées à la mise en place de cette technique.

Le travail comporte 3 parties : la description de la technique de l'ONHD avec ses indications reconnues en 2017 en situation de détresse respiratoire en pédiatrie, la présentation de l'étude réalisée au sein du service de pédiatrie générale du centre hospitalier de Saint Brieuc et une discussion des résultats confrontée aux données de la littérature.

OXYGÉNOTHERAPIE NASALE À HAUT DÉBIT (ONHD)

I. Littérature:

L'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) est une technique de support ventilatoire émergente depuis moins de 10 ans, aussi bien en réanimation adulte que pédiatrique et néonatale. Ses avantages sont multiples et son utilisation est simple. Elle est mieux tolérée que l'oxygénothérapie conventionnelle, via des lunettes, une sonde nasale ou un masque. La fraction inspirée en oxygène (FiO_2) est réglée et peut atteindre 100%, l'oxygène délivré est conditionné (réchauffé et humidifié) permettant ainsi d'administrer des débits élevés.

1. Néonatale :

En néonatalogie, l'ONHD connaît un essor certain depuis les résultats obtenus par le groupe de Thomas Shaffer en 1993. Cette équipe a en effet montré que l'administration d'un débit gazeux élevé à des prématurés (0,5 à 2 L/min), au moyen d'une canule nasale non occlusive, génère une pression de distension transpulmonaire débit dépendante (atteignant 9 cm d'H₂O), capable d'améliorer le profil respiratoire évalué en pléthysmographie d'inductance³.

Une étude observationnelle réalisée sur 114 prématurés a été publiée en 2007⁴. Elle compare deux groupes d'enfants de 25 à 29 semaines d'aménorrhée, intubés en post natal pour broncho-dysplasie pulmonaire ou syndrome de détresse respiratoire aiguë. Après extubation, le premier groupe avait été placé sous

ventilation à pression positive continue (*continuous positive airway pressure* ou CPAP) en 2003, et le deuxième groupe sous ONHD en 2005. L'ONHD apparaissait plus sûre et mieux tolérée. De plus la durée sous ventilateur était plus courte, et il y avait moins de complications à type de pneumopathie liées au dispositif. Enfin, cette étude laissait suggérer que la prise de poids des prématurés était meilleure sous ONHD grâce à une moindre dépense énergétique liée à l'air chauffé et humidifié.

Une revue de la littérature, reprenant neuf études, publiée en 2009⁵, comparait l'ONHD à la CPAP dans plusieurs indications : l'apnée du prématuré, le syndrome de détresse respiratoire et en prévention de l'échec de l'extubation. Cependant, le niveau de preuve était insuffisant pour remplacer la CPAP par l'ONHD dans ces indications.

Une grande étude contrôlée et randomisée a récemment démontré qu'au sein d'une population de prématurés de moins de 32 SA, l'ONHD n'était pas inférieure à la CPAP nasale conventionnelle dans la prévention de la réintubation, avec une tolérance nasale supérieure⁶.

Une méta-analyse publiée en 2015, reprenait 9 essais cliniques incluant 1112 prématurés⁷. L'ONHD était aussi efficace que les autres ventilations non invasives, mais elle était beaucoup mieux tolérée. Il n'y avait pas de différence significative sur la mortalité, mais le nombre de traumatismes nasaux était significativement moins grand avec l'ONHD.

2. Pédiatrique :

En dehors de son utilisation en néonatalogie pour les enfants prématurés, l'oxygène à haut-débit est actuellement généralisé dans le traitement de la bronchiolite aigüe virale dans sa forme modérément sévère^{8,9}. Dans cette pathologie obstructive, on observe une pression positive résiduelle persistante à la fin de l'inspiration. Ce phénomène se majore avec l'augmentation de la fréquence respiratoire, et impose un effort inspiratoire plus important pour générer un débit inspiratoire. L'administration d'ONHD permet donc de réduire le travail respiratoire, comme le laissent penser des études observationnelles physiologiques^{10,11}. Elle est d'ores et déjà utilisée dans certains services de pédiatrie générale dans les formes modérées de bronchiolite aigüe¹²⁻¹⁵.

Plusieurs études de cohorte non contrôlées, essentiellement rétrospectives, suggèrent fortement une efficacité comparable à la VNI et/ou une réduction du recours à la ventilation mécanique dans les formes modérées à sévères de bronchiolite, aussi bien en transport inter hospitalier qu'en réanimation¹⁶⁻²⁰. Une étude randomisée compare l'ONHD (mais avec des débits modérés de 6 à 7 L/min et une puissance insuffisante) et les nébulisations de sérum salé hypertonique dans des formes modérées de bronchiolite prises en charge en pédiatrie²¹. Elle n'objective pas de différence, aussi bien sur le score de détresse respiratoire que sur le confort.

Une étude plus récente²², comparant l'ONHD à la CPAP en milieu de réanimation, semble montrer plus de succès de la CPAP première sans pour autant montrer de différence sur les durées de ventilation, le recours à l'intubation ou la tolérance cutanée.

Néanmoins, cette modalité innovante est d'utilisation croissante en dépit de l'absence d'essai contrôlé validant son bénéfice clinique et médico-économique^{14,23}.

De même (d'un point de vu physiopathologique) lors d'une crise d'asthme hypoxémiante, l'administration d'un mélange d'air réchauffé et humidifié semble plus efficace que l'oxygène classique, qui majore parfois la bronchoconstriction²⁴. Cependant l'ONHD dans cette indication est assez peu étudiée dans la littérature, et les différents articles proposent une utilisation limitée aux formes peu sévères d'exacerbation d'asthme. Par exemple, Milési et al, préconisent le recours à une ventilation non invasive dès l'apparition d'une tachypnée, de signes de lutte respiratoire ou en l'absence d'amélioration après une heure d'ONHD²⁴. L'étude de Kelly GS et Simon HK⁹, quant à elle, reprenait une cohorte de 498 patients traités par ONHD pour détresse respiratoire aigüe afin d'en déterminer les facteurs prédictifs d'échecs. Il y avait, parmi eux, 38 enfants en détresse respiratoire aigüe pour une exacerbation d'asthme. Les facteurs de risque d'échec identifiés étaient la polypnée importante et l'acidose respiratoire avec un $\text{pH} < 7.30$. Enfin, récemment, l'ONHD a été comparée à la VNI dans l'exacerbation d'asthme sévère dans une étude observationnelle, menée sur 42 enfants²⁵. Malgré les limites de cette étude, elle suggère que l'utilisation de l'ONHD dans cette indication retarde la VNI et allonge la durée d'hospitalisation. Par ailleurs, d'un point de vue théorique, l'utilisation de l'ONHD pourrait permettre une meilleure distribution des traitements inhalés utilisés lors des crises d'asthme. Mais les études disponibles restent observationnelles et *in vitro*, car la dose de salbutamol inspirée varie en fonction de la taille de la canule et du débit utilisé²⁶, ou encore en fonction de la position de l'aérosol par rapport à l'humidificateur, du type de nébuliseur ou du gaz vecteur²⁷.

Enfin, des études plus contemporaines suggèrent l'action positive de l'ONHD, dans le traitement des détresses respiratoires avec atteinte alvéolaire, comme les pneumopathies infectieuses. Elles concernent le plus souvent les adultes, et démontrent son efficacité sur la dyspnée et la fréquence respiratoire ou sur le confort, par rapport à l'oxygénothérapie conventionnelle²⁸⁻³⁰. Malheureusement, très peu d'études évaluent sa pertinence dans cette indication en pédiatrie. Récemment, un essai randomisé sur 65 enfants atteints d'infection respiratoire basse, a rapporté que l'ONHD diminuait la fréquence respiratoire et la durée d'oxygénothérapie, et donc d'hospitalisation³¹. Une autre étude statistique³² rapporte des résultats en faveur de la CPAP comparé à l'ONHD en terme de mortalité.

3. Adulte :

L'ONHD n'est utilisée par les réanimateurs adultes, pour des détresses respiratoires aiguës, que depuis peu²³.

Chez l'adulte, les données physiologiques rapportées avec des débits atteignant 50 L/min sont comparables : augmentation de la pression pharyngée expiratoire moyenne (effet PEP modéré), réduction du travail respiratoire et de la fréquence respiratoire, réduction de l'espace mort anatomique et augmentation du volume pulmonaire de fin d'expiration. Une étude contrôlée et randomisée récemment publiée chez l'adulte a comparé l'ONHD et l'oxygénothérapie au masque facial Venturi chez 105 patients présentant une détresse respiratoire modérée post-extubation. L'ONHD améliorait significativement, à FiO₂ comparable, les paramètres d'oxygénation et réduisait le nombre d'épisodes de désaturation ainsi que le pourcentage de patients relevant d'un support ventilatoire (VNI ou réintubation) (7 vs

35%, $p < 0.001$)³³.

Ces données encourageantes ont reçu confirmation dans deux importantes études randomisées, qui bousculent un certain nombre d'idées. La première, réalisée chez 300 patients en insuffisance respiratoire aigue hypoxémiante (ratio $PaO_2/FiO_2 < 300$) non hypercapnique, suggère que l'ONHD n'est pas inférieure à la VNI dans la prévention de l'intubation et semble associée à une mortalité à J90 inférieure³⁴.

La deuxième, en incluant 850 patients en postopératoire de chirurgie cardiothoracique en échec ou à haut risque d'échec de sevrage ventilatoire, suggère que l'ONHD n'est pas inférieure à la VNI intermittente en mode Bipap³⁵.

Ainsi, à la lueur de la littérature sur cette technique nouvellement mise en place, des résultats encourageants semblent apparaître dans la prise en charge de la détresse respiratoire tant chez l'enfant que chez l'adulte, même si sa place précise nécessitera des études complémentaires cliniques.

II. Éléments de physiologie :

Les principes physiologiques qui sous-tendent les effets cliniques observés sont partiellement connus. Ils découlent de l'administration d'un haut débit de gaz humidifiés et réchauffés, capable d'excéder la demande inspiratoire de l'enfant, et dont la FiO_2 est modulable par le biais d'un mélangeur :

- L'épuration (« *washout* ») du dioxyde de carbone dans l'espace mort nasopharyngé, permettant une meilleure ventilation minute^{36,37}.

- La diminution des résistances du nasopharynx à l'inspiration. Le débit inspiratoire délivré étant supérieur au débit généré par le patient³⁷, le collapsus pharyngé est évité et les apnées obstructives sont réduites³⁸. En pédiatrie, le débit est rapporté au poids, supérieur à 2L/kg/mn chez le nourrisson (>2L/mn), et supérieur à 1L/kg/mn chez l'enfant (>6L/mn)²³.

- La réduction des coûts métaboliques et des résistances de la muqueuse nasale, ainsi que l'amélioration de la compliance pulmonaire grâce à l'humidification et au réchauffement des gaz inspirés (proche de 100% entre 34° et 37°C)^{37,39,40}.

- La réduction du travail respiratoire, en réduisant l'activité électrique diaphragmatique et en diminuant les variations de pression œsophagienne¹⁰

- La création d'une pression expiratoire positive (PEP) modérée. Ce débit continu génère une pression nasopharyngée positive inspiratoire et expiratoire, débit-dépendante, qui peut atteindre 6 cmH₂O chez le nourrisson avec des débits de 8 L/min. Elle est présente surtout lorsque la bouche du patient est fermée, et dépend à la fois du débit utilisé et de la taille des lunettes^{38,41}. Elle n'est cependant ni réglable, ni constante ; elle contribue donc à l'amélioration de l'oxygénation des patients en détresse respiratoire aigue hypoxémiante, mais il n'est pas fondé de l'utiliser pour son seul effet PEP.

- L'augmentation significative du volume pulmonaire de fin d'expiration (capacité résiduelle fonctionnelle) est également démontrée dans les pathologies obstructives telles que la bronchiolite⁴².

Sur le plan clinique, ces effets physiologiques se traduisent par une réduction constante de la fréquence respiratoire, une amélioration significative des scores de gravité et, dans une moindre mesure, une baisse inconstante et modérée de la PaCO₂ ou de l'ETCO₂. La simplicité de mise en œuvre, et la bonne tolérance de cette interface non occlusive (comparable à celle de l'oxygénothérapie nasale conventionnelle), renforcent l'intérêt potentiel de cette technique.

III. Matériel :

Actuellement, il existe trois types de générateurs assurant la délivrance de l'oxygène à haut débit par canule nasale :

- Utilisation d'un mélangeur air/oxygène relié à un humidificateur de type Optiflow™ (Fischer&Payckel).
- Utilisation d'une turbine avec réchauffeur-humidificateur de type Airvo2™ (Fischer&Payckel), qui a l'avantage de ne pas nécessiter de source externe d'air.
- Utilisation d'une CPAP ou d'un ventilateur conventionnel avec le circuit ONHD branché sur le réchauffeur-humidificateur.

Son principe repose sur un mélangeur air-oxygène pour régler la FiO_2 , sur une base chauffante et un circuit chauffant monobranche inspiratoire afin d'éviter la déperdition thermique et la condensation. Puis, l'oxygène arrive au travers de canules nasales à large diamètre, l'expiration du patient est ainsi libre (*Figure 1*).

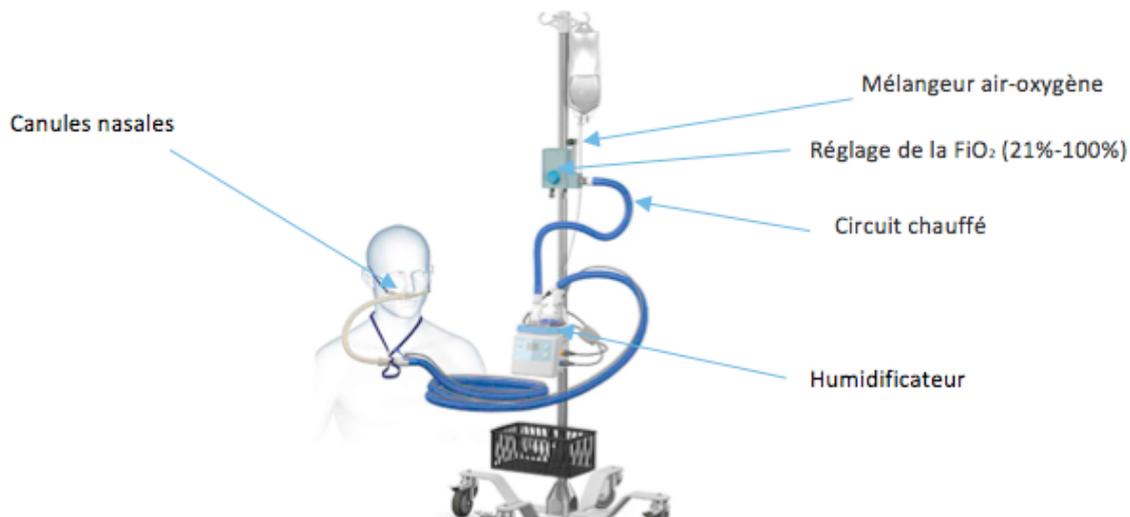


Figure 1 : Exemple de dispositif d'oxygénothérapie à haut débit : le type Optiflow™ (Fisher&Paykel, France)

IV. Éléments de surveillance :

L'efficacité de l'oxygénothérapie à haut-débit est rapidement évaluable. Une étude a montré que les échecs du dispositif survenaient pour la plupart dans les 8h15 après sa mise en place, avec une médiane à 5h30⁴³. De nombreux facteurs prédictifs de cet échec émergent dans la littérature grâce aux études observationnelles recueillant les antécédents et comorbidités, ainsi que les données cliniques et paracliniques initiales. Par exemple, les cardiopathies congénitales⁴³, la fréquence respiratoire supérieure au 90^{ème} percentile pour l'âge, le pH veineux

inférieur à 7,30 semblent constituer des facteurs prédictifs d'absence de performance du système^{9,43}.

Les complications décrites sont rares et non spécifiques de la technique de ventilation⁴⁴. Il a été observé des pneumothorax, des pneumo-médiastins et des épistaxis dans moins de 1% des cas⁴⁵. Cependant, le risque principal de l'ONHD, reste l'excès de morbi-mortalité présumée induite par le retard d'intubation en cas d'échec de cette ventilation⁴⁶.

Les risques et effets secondaires directement imputables à la technique d'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) sont très peu décrits. Une seule complication imputable à l'ONHD (pneumothorax bilatéral)¹⁵ a été signalée sur 1038 enfants et nourrissons traités par ONHD et colligés dans 13 publications^{11,12,14,16,18,19,21,42,44,47-50}. Une courte série rétrospective rapporte deux cas de pneumothorax d'évolution favorable chez des nourrissons, âgés de 2 et 22 mois, survenus avec des débits de 6 à 8 L/min, et un cas de pneumomédiastin compliquant une gastrostomie endoscopique chez un adolescent âgé de 16 ans. L'évolution a été défavorable mais l'imputabilité est difficile à retenir au vu des comorbidités⁴⁴. La tolérance mesurée ou ressentie a fait l'objet de deux études qui suggèrent une réduction du risque de traumatisme nasal, et un ressenti parental en faveur de l'ONHD^{47,50}. Aucune de ces études adultes, précédemment citées, ne rapporte d'effets secondaires imputables à la technique.

V. Utilisation en dehors des services de réanimation et USC :

Dans les recommandations pédiatriques sur l'utilisation de l'ONHD publiées en 2014, il était conseillé de mettre en place le dispositif sous surveillance rapprochée, que ce soit pour le transport (pré ou inter hospitalier), ou pour son utilisation au sein d'un service d'urgences ou de soins intensifs pédiatriques²⁴.

Plusieurs études ont décrit la faisabilité et l'intérêt de l'utilisation de l'ONHD dans les services d'urgences, par exemple dans son indication pour la bronchiolite aigue dans une unité d'hospitalisation temporaire⁵¹, ou pour les détresses respiratoires modérées de l'enfant^{52,53}. Par ailleurs, son intérêt dans les transports inter hospitaliers a été très peu étudié¹⁹.

Cependant, ces différentes études ont été réalisées au sein d'unités probablement labélisées « surveillance continue » ou même SAMU (service d'aide médicale d'urgence). Peu de celles-ci ont rapporté l'utilisation de l'ONHD au sein d'un service de pédiatrie générale, pour les bronchiolites sévères et modérées¹².

Malgré des inégalités territoriales, nous sommes amenés à constater une pénurie de lits de surveillance continue ou de réanimation. Celle-ci s'explique par l'augmentation régulière depuis 1992 de l'incidence annuelle de cette pathologie saisonnière. Cela génère des problèmes récurrents d'engorgement des structures d'accueil des urgences pédiatriques et des filières d'aval traditionnelles. Ainsi, mettre à disposition des praticiens exerçant dans des établissements dépourvus de réanimation pédiatrique (SAU, services de pédiatrie, USC délocalisée), un système de support ventilatoire simple et bien toléré, est un enjeu médico-économique majeur. Ce point est suggéré dans la littérature mais reste à valider^{13,14}.

Les bénéfices attendus, à l'usage de l'oxygénothérapie nasale à haut débit, associés au traitement symptomatique usuel des formes modérées de bronchiolite hospitalisées, sont l'amélioration (par réduction du travail mécanique) et la prévention de l'aggravation de la défaillance respiratoire. Dans le cas contraire, il est d'ailleurs indiqué de mettre en place un support ventilatoire non invasif ou via l'intubation endotrachéale. L'amélioration du confort de l'enfant et la diminution des risques liés au séjour en réanimation sont également à mettre au crédit de cette technique. En terme de santé publique, on peut espérer d'une part une réduction des coûts générés par les transferts inter hospitaliers et le séjour en réanimation, et d'autre part une optimisation de l'offre de soins territoriale en réanimation et surveillance continue pédiatrique régulièrement saturée.

Ces réflexions et l'essor de cette technique, facilités par sa simplicité d'utilisation, ont conduit à réaliser cette étude dans le cadre d'un travail de thèse qui rapporte l'expérience pratique de la mise en place de son utilisation, au sein d'une structure de pédiatrie d'un hôpital général n'ayant pas d'USC, ni de réanimation pédiatrique.

ÉTUDE PROSPECTIVE

I. MATÉRIEL ET MÉTHODES :

1. Type de l'étude :

Il s'agit d'une étude observationnelle, prospective, monocentrique, réalisée dans le service de pédiatrie du Centre Hospitalier de Saint-Brieuc.

2. Population de l'étude :

Depuis juin 2015 et jusqu'à mars 2017, tous les patients ayant nécessité la mise en place d'une oxygénothérapie à haut-débit, au sein du service de pédiatrie de l'hôpital Yves Le Foll à Saint-Brieuc, ont été inclus.

3. Indications :

Les recommandations publiées en 2014 par Milési²⁴ ont servi de base à la création du protocole (*Annexe 1*) pour les indications des pathologies respiratoires aiguës. Ainsi, les bronchiolites modérées à sévères, les crises d'asthme modérées à sévères ainsi que les détresses respiratoires aiguës (DRA) de type 1 étaient susceptibles de bénéficier de l'OHND. Les insuffisances respiratoires aiguës de type 1 sont définies par une défaillance du parenchyme pulmonaire, sans défaillance musculaire ou nerveuse (pneumopathie, œdème aigu du poumon, atelectasie,...).

Après administration des premiers soins aux urgences, tous les critères cliniques suivants devaient être présents pour poser l'indication de l'OHND :

- Diagnostic clinique certain du mécanisme entraînant la détresse respiratoire aiguë,

- Sujet non comateux, ventilation spontanée présente,
- Oxygénodépendance,
- Signes de lutte,
- Asthénie,
- Retentissement : difficultés à s'alimenter ou à parler selon l'âge du patient.

Puis, selon la pathologie, des scores de gravité aidaient le clinicien dans sa prise de décision.

a. Bronchiolite :

Le score de Wood modifié⁵⁴ permettait de coter la gravité de la bronchiolite grâce à 5 items, avec un score total de 10 (*Tableau 1*). Pour les nourrissons de moins de 3 mois, plus sujets à une prise en charge réanimatoire, l'item « crépitants » pouvait être remplacé par « *wheezing* ».

Tableau 1 : Score de Wood modifié

Signes	0	0.5	1	2
<i>SaO₂</i>	>94%	90-94%	>90% avec O ₂	<90% avec O ₂
<i>Murmure vésiculaire</i>	Normal	Discrètement asymétrique	Asymétrique	Diminué ou absent
<i>Wheezing/ Crépitants</i>	Absent	Minime	Modéré	Marqué
<i>Tirage</i>	Absent	Minime	Modéré	Majeur
<i>Conscience</i>	Normale	Agitation	Altérée/somnolent	Coma

Gravité Bronchiolite :

- Minime : 0-4
- Modérée : 5-7
- Sévère : 8-10

Un score supérieur à 4 (bronchiolite de gravité modérée) devait faire discuter la mise en place de l'ONHD, et un score supérieur à 7 (bronchiolite sévère) devait conduire à un contact avec le service de réanimation régional (Rennes, Brest) pour discussion de transfert.

La prise en charge thérapeutique associée comportait une aspiration nasopharyngée, une hydratation par voie digestive (pose de sonde duodénale d'alimentation) ou intraveineuse laissée à l'appréciation du médecin prenant en charge le nourrisson, une antibiothérapie en situation de surinfection bactérienne suspectée (fièvre élevée, syndrome inflammatoire biologique, foyer alvéolaire radiologique) et kinésithérapie respiratoire.

b. Asthme

Le score de PRAM (*Pediatric Respiratory Assessment Measure*)^{55,56} était utilisé pour évaluer la gravité des crises d'asthme, sur 13, par l'intermédiaire de 5 items et 4 signes associés (*Tableau 2*)

Tableau 2: PRAM Score (Pediatric Respiratory Assessment Measure)

Signes	0	1	2	3
<i>Retraction sus-sternale</i>	non		oui	
<i>Contraction scalène</i>	non		oui	
<i>Entrée d'air</i>	normale	diminuée aux bases	diminuée	minime ou nulle
<i>Wheezing</i>	absent	fin d'expiration	ins/exp	audible ou silence
<i>Saturation</i>	>94%	92-94%	<92%	

Gravité Asthme :

- Minime : 0-4
- Modérée : 5-8
- Sévère : 9-12
- Décompensée si = 12 avec un signe parmi léthargie, cyanose, épuisement, augmentation pCO₂

Un score supérieur à 4 (crise d'asthme modérée à sévère) devait faire discuter la mise en place de l'ONHD. Un score supérieur à 9 devait, en plus, conduire à un contact avec le service de réanimation régional (Rennes, Brest) pour discussion de transfert.

La prise en charge thérapeutique de la crise d'asthme aiguë comportait :

- une corticothérapie (2 mg/kg/j équivalent prednisone),
- des aérosols de ventoline en continu (associé à de l'atrovent pour le premier),
- du sulfate de magnésium (50mg/kg, avec une dose maximale de 2g) en intraveineux sur 20 minutes, en cas de composante spastique sévère non modifiée par les premiers aérosols,
- et le recours à la perfusion de salbutamol intraveineux continu, en cas de non amélioration avant transfert en réanimation pédiatrique.

c. *Pneumopathie*

Un score clinique comprenant 5 items (*Tableau 3*) était réalisé afin de palier à l'absence de score validé.

Tableau 3 : Score Clinique Pneumopathie

Signes	0	1	2
<i>Fréquence respiratoire :</i>			
< 2 mois	<50	50-60	>60
2-12 mois	<40	40-50	>50
1-5 ans	<30	30-40	>40
> 5 ans	<20	20-30	>30
<i>Murmure vésiculaire</i>	normal	Crépitants localisés	Crépitants diffus
<i>SaO2</i>	>90% en AA	>90% sous lunettes O ₂	>90% sous masque O ₂
<i>Battement ailes du nez</i>	absent	modéré	marqué
<i>Tirage</i>	absent	modéré	marqué

Gravité Pneumopathie :

- Minime : 4-5
- Modérée : 6-8
- Sévère : 9-10

Un score supérieur à 5 (pneumopathie ou œdème aigu du poumon de gravité modérée à sévère) devait faire discuter l'ONHD. Un contact avec le service de réanimation régional (Rennes, Brest) pour discussion de transfert était demandé si le score était supérieur à 7.

Le traitement associé de la pneumopathie comportait une hydratation par perfusion et une antibiothérapie empirique selon les recommandations HAS.

4. Organisation du service de pédiatrie de Saint-Brieuc :

Sur la période de l'étude, le service de pédiatrie de l'hôpital de Saint Brieuc se situait sur un étage :

- Une partie consacrée aux urgences pédiatriques (11 000 passages annuels d'urgences pédiatriques non traumatiques), comprenant une chambre réservée au déchoquage avec tout le matériel et les drogues disponibles. La surveillance en UHCD (Unité d'Hospitalisation de Courte Durée) était effectuée au même endroit.

- Le service d'Hospitalisation Complète (30 lits en période hivernale épidémique) était localisé de l'autre côté du couloir. Il n'y avait pas de chambres d'USC (unité de surveillance continue), mais disposait de 2 chambres de « surveillance aigüe » pour les patients plus instables.

5. Description du matériel et réglages :

L'oxygène nasal à haut débit était dispensé, en pédiatrie au Centre Hospitalier de Saint-Brieuc, par un générateur Airvo2™ (Fischer&Payckel) acquis en Mars 2015 (Figure 2).

Sa mise en place était détaillée dans le protocole d'ONHD du service (Figure 3). Etaient alors décrits : le réglage complet, le choix de la canule nasale et des tuyaux, l'allumage et le réglage des paramètres (mode nourrisson/pédiatrie ; température à 34° ; FiO₂ et débit à 2L/kg/mn pour un enfant de moins de 2 ans, et 1L/kg/mn au-delà de 2 ans).

Une attention particulière pour le choix de la canule nasale était faite afin de s'assurer de l'absence de caractère obstructif de celle-ci une fois en place sur l'enfant selon les recommandations.

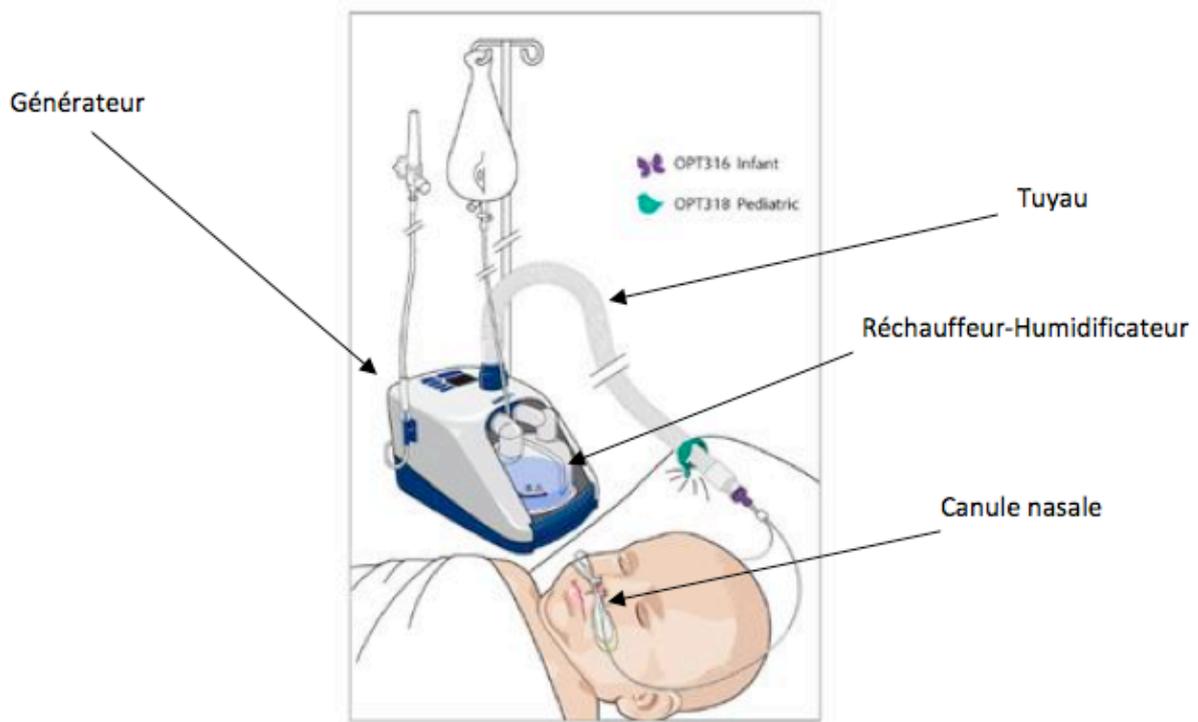
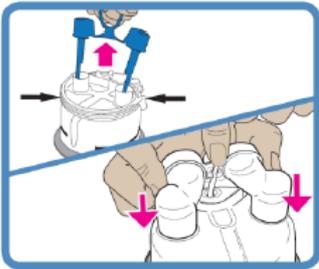


Figure 2 : Dispositif d'oxygénothérapie à haut débit : le type Airvo2™ (Fisher&Paykel)

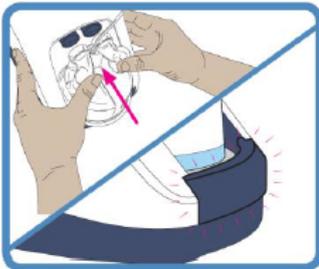
F&P AIRVO™ 2

1. Préparation

Préparation de la chambre d'humidification

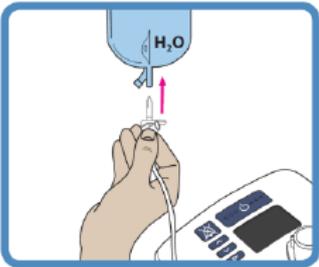


Mise en place,

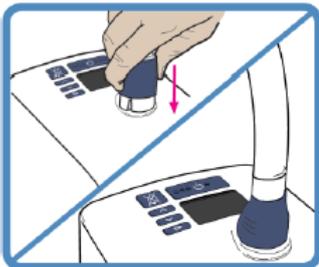


...CLIC !

Connexion à la poche d'eau



Connexion du tuyau



2. Démarrage



Appuyer 3 sec.



Feu Vert : Désinfection effectuée depuis la dernière utilisation.



Feu Orange : Désinfection NON effectuée

Cercle tournant : temps de chauffe



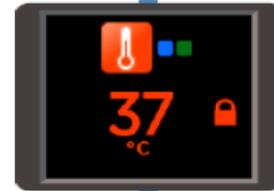
Accès / Sortie Mode Junior : Appuyer 5 sec.



3. Réglages



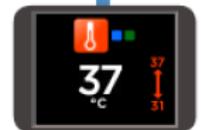
Affichage du réglage de température



Accès au réglage : appuyer 3 sec.



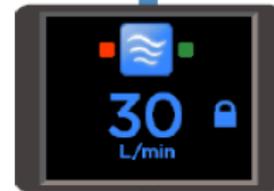
Changement du réglage



Sortie du réglage



Suivant : Affichage du réglage de débit patient



Réglage du débit patient : procéder comme ci-dessus

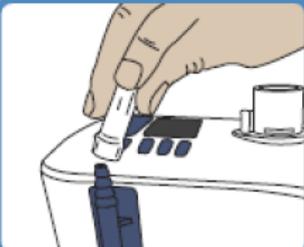
F&P AIRVO™ 2

4. Réglage de l'oxygène





Suivant :
Affichage
des limites
d'alarme
d'oxygène



Connexion
de l'oxygène

Réglage
FiO₂



Pour obtenir la
FiO₂ voulue :
régler le débit
d'apport d'oxygène,
qui n'influe pas sur
le débit patient.



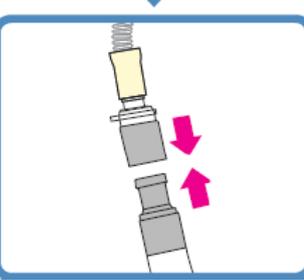
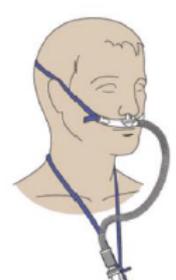
NB : un changement de réglage du débit patient modifiera la FiO₂ qui devra être réajustée.





Appareil prêt

5. Connexion et mise sur patient

Circuits et interfaces

Canule nasale		Interface de trachéotomie
		
OPT842 OPT844 OPT846	OPT316, OPT318 (Cf. « Utilisation de l'AIRVO 2 » : « mode Enfant »)	OPT870

Réglages disponibles

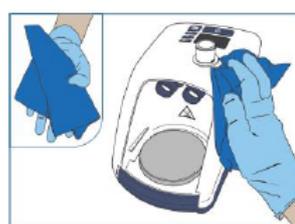
		°C			L/min							
		31	34	37	2	5	10	15	20	25	...	55
900PT531	 OPT316  OPT318	●	●	●	 20  25							
900PT501	 OPT842  OPT844  OPT846  OPT870	●	●	●	 10 50  10 60  10 60  10 60							

6. ARRÊT : appuyer 3 sec.



7. Désinfection

Désinfection de surface



Cycle automatique



Figure 3 : Mise en marche de l'AIRVO2

6. Fiche de recueil de données et de surveillance :

Chaque nouveau patient bénéficiant de l'ONHD a fait l'objet d'une fiche de recueil et de surveillance (*Annexe 2*) comprenant :

- Le nom et prénom, la date de naissance (avec l'étiquette),
- L'âge, le poids,
- La cause de la détresse respiratoire,
- Les réglages de l'ONHD (débit, température du réchauffeur, FiO₂)
- Le tableau des paramètres de surveillance en fonction du temps (température, fréquence cardiaque, pression artérielle, SaO₂, FiO₂, fréquence respiratoire, score de gravité, confort)
- La description des situations devant conduire à un contact avec la réanimation.

7. Surveillance:

Une surveillance stricte a été assurée initialement au sein de l'unité d'hospitalisation de courte durée (UHCD), avec scope cardio-respiratoire, saturomètre, et tensiomètre (Figure 4). En cas de poursuite de l'ONHD plus de 12h, un passage dans le service de pédiatrie était rendu possible dans une des deux chambres dites « aigües ».

Les données* suivantes étaient relevées sur la fiche réservée à cet effet : FC, FR, SaO₂, T⁰, TA, Score respiratoire, Confort, paramètres ONHD (débit, température réchauffeur et FIO₂). La réalisation d'un gaz du sang était laissée au libre arbitre du pédiatre en charge de l'enfant.

Tout évènement indésirable, concernant le matériel ou l'enfant, était rapporté par l'équipe médicale et paramédicale en temps réel. Une feuille de déclaration sur les difficultés rencontrées par le personnel avec le matériel était jointe à la feuille de suivi de chaque enfant.

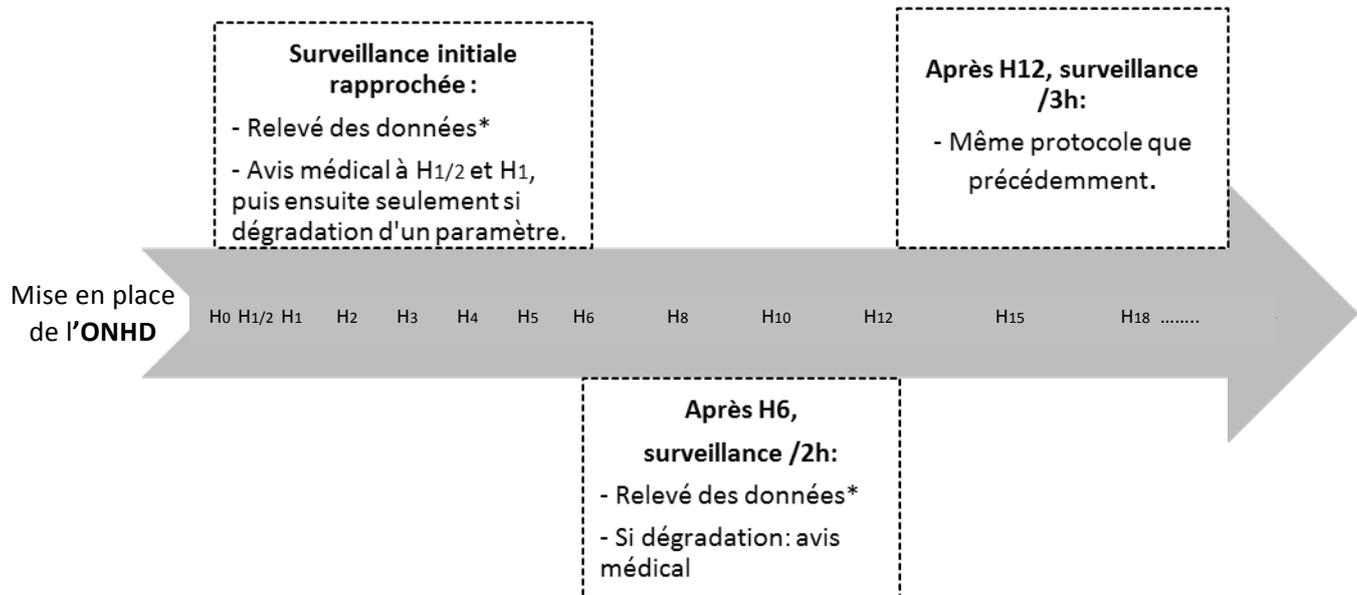


Figure 3 : Protocole de surveillance.

À chaque étape où un avis médical était nécessaire, le patient était susceptible d'être transféré en réanimation.

8. Critères d'arrêt:

Pour chaque pathologie, l'arrêt de l'ONHD était discuté selon le calcul du score de gravité correspondant. Soit :

- inférieur à 5 pour les bronchiolites, selon le score de Wood modifié⁵⁷
- inférieur à 5 pour les crises d'asthme, selon le score de PRAM^{55,56}
- inférieur à 6 pour les pneumopathies, selon le score clinique des pneumopathies

9. Critères de passage en réanimation :

La décision du transfert en réanimation était prise s'il était observé des apnées ou des bradycardies, si le score de gravité calculé selon la pathologie se majorait malgré la mise en place de l'OHND. De même, pour tous les patients, si le pH retrouvait une acidose respiratoire importante ($\text{pH} < 7.30$) avec une hypercapnie.

De façon pragmatique, le passage en réanimation de l'enfant définissait la situation « **échec de l'ONHD** » en comparaison à la situation « **succès de l'ONHD** » en cas de maintien de l'enfant au sein de la structure de pédiatrie générale.

10. Analyse statistiques des données :

Les données étaient saisies sur le logiciel Excel.

Les paramètres qualitatifs étaient décrits en termes de fréquence et de pourcentage. Les paramètres quantitatifs étaient décrits en termes de moyenne (écart type) et médiane (valeur minimale/valeur maximale).

Le rapport saturation pulsée en oxygène sur la fraction inspirée en oxygène est un index de sévérité d'une hypotoxie lors de trouble du rapport ventilation/perfusion au niveau pulmonaire. Il était calculé secondairement avec le recueil de données disponibles. La valeur normale est de 476 ($100/0,21$), une valeur inférieure à 300 traduit une altération sévère des échanges gazeux au sein des poumons.

Les deux groupes : enfants non transférés en réanimation (« réussite ») et enfants transférés en réanimation (« échec »), ont été comparés par le test de Mann-Whitney (réalisé sous IBM SPSS Statistics 22) car les deux échantillons étaient

indépendants et la distribution non normale. Le sexe des deux groupes était comparé par le test khi² avec correction de Yates car un des effectifs était inférieur à 5. Le pH et la pCO₂ n'ont pas pu être comparés par une analyse statistique, du fait du manque de données.

11. *Mise en place du protocole avant début :*

Des réunions préliminaires théoriques pour le personnel médical et paramédical ont été mises en place pour explication du protocole et du matériel.

Par ailleurs, plusieurs formations pratiques avec le matériel ont été effectuées avant l'initiation de l'étude : montage du circuit, choix du matériel (tuyaux, taille de canule nasale, positionnement), mise en marche, réglage des paramètres, éléments de surveillance, arrêt et nettoyage du circuit.

II. RÉSULTATS :

1. *Démographie :*

Nous avons étudié tous les dossiers des enfants ayant bénéficié de l'ONHD depuis juin 2015, soit au total 37 patients jusqu'en mars 2017.

10 enfants ont été transférés dans un service de réanimation régional (Brest ou Rennes), soit 27% des enfants inclus.

a. **Sexe**

Sur les 37 enfants, 17 étaient des filles (46%) et 20 des garçons (54%), soit un sexe ratio garçon/fille (G/F) de 1,18.

b. **Age**

A l'entrée, l'enfant le plus jeune était âgé de 12 jours, et le plus vieux de 17 ans. L'âge moyen était de 2 ans et 1 mois environ (25,2 mois \pm 49,1). La médiane des âges était de 3 mois. Il y avait 29 enfants âgés de moins de 2 ans (78%).

c. **Poids**

Le poids d'entrée variait de 2,2 kilogrammes (kg) à 44 kg. Le poids moyen était de 10 kg (\pm 9,9) et la médiane de 6,4 kg (2,2/44).

d. **Caractéristiques démographiques**

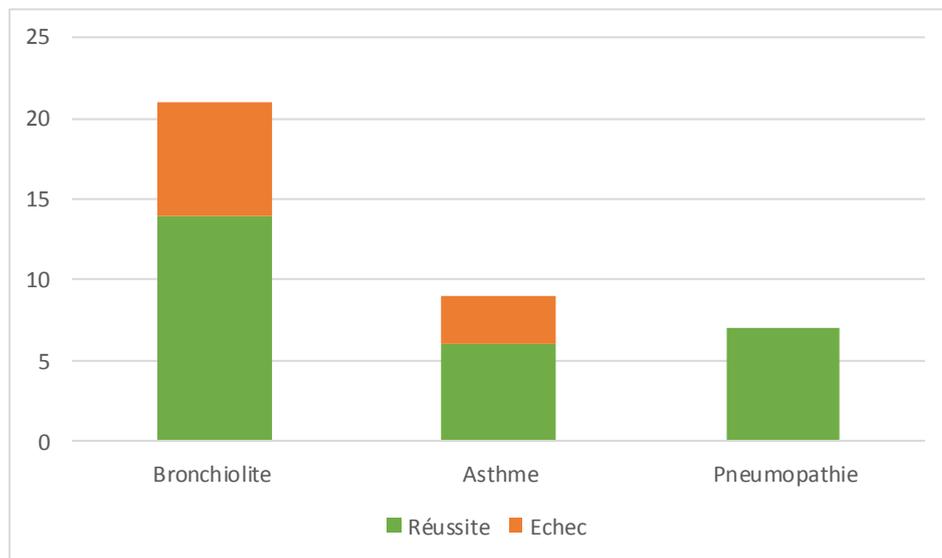
	Population	Réussite ONHD	Echec ONHD	p
Nombre total	37	27	10	
Sexe				
- Filles	17	13	4	0.071
- Garçons	20	14	6	
Age médian (en mois) (min/max)	2 (0,3/204)	4 (0,5/204)	1 (0,3/111)	0.05
Poids médian (en kg) (min/max)	6,4 (2,2/44)	6,5 (2,8/44)	4,5 (2,2/31,7)	0.089

Tableau 4 : Caractéristiques démographiques des enfants selon l'efficacité de l'oxygénothérapie à haut débit. Les données sont rapportées en valeur absolue pour le total et le sexe, et en médiane (valeur minimum/valeur maximum) pour l'âge et le poids.

2. Cause de détresse respiratoire aigüe :

La bronchiolite est la principale cause de détresse respiratoire aigüe nécessitant la mise en place de l'ONHD. En effet, on observe une proportion moindre

des pneumopathies et des crises d'asthme par rapport aux bronchiolites, comme le représente le graphique 1.



Graphique 1 : Cause de la détresse respiratoire entraînant la mise en place de l'ONHD

Les bronchiolites étaient presque toutes à Virus Respiratoire Syncytial (VRS), puisqu'un seul prélèvement de sécrétion naso-pharyngé n'avait pas retrouvé le VRS, soit une proportion de 95% (20 sur 21) des bronchiolites traitées par ONHD dans le service.

La proportion des asthmes du nourrisson était de 33%, en effet 6 asthmatiques sur 9 étaient des enfants de plus de 2 ans. Et sur les 3 enfants transférés en réanimation, 1 seul avait moins de 2 ans.

La majorité des pneumopathies étaient des pneumopathies communautaires, puisqu'un seul enfant avait une pneumopathie d'inhalation (dans un contexte de polyhandicap), soit un pourcentage de 86% de pneumopathie communautaire.

Le taux de « réussite » de l'ONHD était de 67% pour la bronchiolite (14 sur 21), de 66% pour l'asthme sévère (6 sur 9) et de 100% pour la pneumopathie (7 sur 7).

3. Antécédents et comorbidités :

Sur l'ensemble des 37 enfants, un tiers (12 enfants) avait des antécédents. La majorité de ces antécédents étaient des antécédents respiratoires, par exemple un asthme connu pour la plupart.

Sur les 10 enfants ayant été transférés en réanimation, 8 n'avaient aucun antécédent (Tableau 5).

	Population	Réussite ONHD	Echec ONHD
Total	37	27	10
<i>Aucun antécédent</i>	25 (68%)	17 (63%)	8 (80%)
<i>Prématurité / RCIU</i>	4 (11%)	3 (12%)	1 (10%)
<i>Cardiaques</i>	1 (3%)	1 (4%)	0
<i>Respiratoires</i>	9 (26%)	9 (36%)	1 (10%)
<i>Neurologiques</i>	2 (6%)	2 (8%)	0
<i>Gastro-nutrition</i>	3 (9%)	3 (12%)	0

Tableau 5 : Antécédents des enfants ayant eu recours à l'ONHD. (RCIU : Retard de Croissance Intra Utérin). Tous les résultats sont présentés en valeur absolue (pourcentage)

a. Antécédents des enfants hospitalisés pour crise d'asthme :

Près de la moitié des enfants traités par ONHD pour asthme étaient asthmatiques connus, soit 4 sur 9 (Tableau 6). Seuls 2 avaient un traitement de fond au moment de l'arrivée à l'hôpital.

Total des asthmes	9
Aucun antécédent	4 (44%)
Asthme connu	4 (44%)
Prématurité ou RCIU	1 (11%)

Tableau 6 : Antécédents des enfants en crise d'asthme.

b. Antécédents des enfants hospitalisés pour bronchiolite :

14% des enfants sous ONHD pour bronchiolite étaient nés prématurés ou avec un retard de croissance intra utérin (RCIU). Seul un avait une cardiopathie congénitale (Tableau 7).

Total des bronchiolites	21
Aucun antécédent	17 (81%)
Prématurité / RCIU	3 (14%)
Cardiopathie congénitale	1 (5%)

Tableau 7 : Antécédents des enfants atteints de bronchiolite aiguë.

c. Antécédents des enfants hospitalisés pour pneumopathie :

Plus de la moitié des enfants traités par ONHD pour pneumopathie avaient des antécédents respiratoires (Tableau 8). Ces antécédents variaient de l'asthme, aux pathologies congénitales diverses, parmi lesquels la hernie diaphragmatique, la trachéo-laryngomalacie ou encore la maladie de surcharge.

Total des pneumopathies	7
Aucun antécédent	3 (43%)
Respiratoire	4 (57%)
Poly handicap congénital	2 (29%)

Tableau 8 : Antécédents des enfants atteints de pneumopathie.

Par ailleurs, lors de l'hospitalisation, la plupart des enfants en détresse respiratoire pour une pneumopathie avaient une comorbidité au moment de la mise en place de l'oxygénothérapie à haut débit. En effet, l'un d'eux était dénutri et les autres déclenchaient une crise d'asthme ou une crise convulsive.

4. Caractéristiques cliniques et biologiques initiales : T0

A l'instauration de l'oxygène haut débit, la température des enfants était en moyenne à $37,7^{\circ}\text{C} \pm 0,9$ et la fréquence respiratoire à $52,5/\text{min} \pm 19,4$. La fréquence cardiaque était en moyenne de $167/\text{min} \pm 24$ et la tension artérielle systolique (TAS) de $102,2 \text{ mmHg} \pm 17$. Les caractéristiques initiales sont rapportées dans le tableau suivant.

	Population	Réussite OHD	Echec OHD	P
Température (°C)	37,6 (36,4/39,2) n=30	37,9 (36,8/39,2) n=22	37,1 (35/38,2) n=8	0.043
Fréquence cardiaque (/min)	170 (115/203) n=31	170 (115/203) n=23	173,5 (151/192) n=8	0.684
Tension Artérielle Systolique (mmHg)	102 (75/144) n=22	104 (78/144) n=17	95 (75/110) n=5	0.21
Fréquence respiratoire (/min)	51 (24/88) n=31	51 (24/80) n=23	50,5 (28/88) n=8	0.786
Saturation pulsée en oxygène SpO₂ (%)	97,5 (77/100) n=32	97 (77/100) n=23	98 (96/100) n=9	0.276
Fraction inhalée d'oxygène (FiO₂)	25 (21/94) n=33	21 (21/94) n=24	30 (21/33) n=9	0.0344
pH	7,36 (7,27/7,43) n=12	7,36 (7,23/7,42) n=10	7,33(7,3/7,36) n=2	
pCo₂	43,8 (32,3/56,8) n=12	40,15 (32,3/56,8) n=10	50,5 (47/54) n=2	

Tableau 9 : Caractéristiques cliniques et biologiques initiales des enfants mis sous ONHD. Les valeurs sont données en médianes (valeur minimale / valeur maximale) avec le nombre de données disponibles (n).

A l'instauration de l'ONHD, le score de gravité médian était de 5,75 pour les bronchiolites, de 7,5 pour les crises d'asthme et de 6,75 pour les pneumopathies. Le tableau 10 rapporte les valeurs médianes selon la pathologie et en fonction de l'échec ou de la réussite.

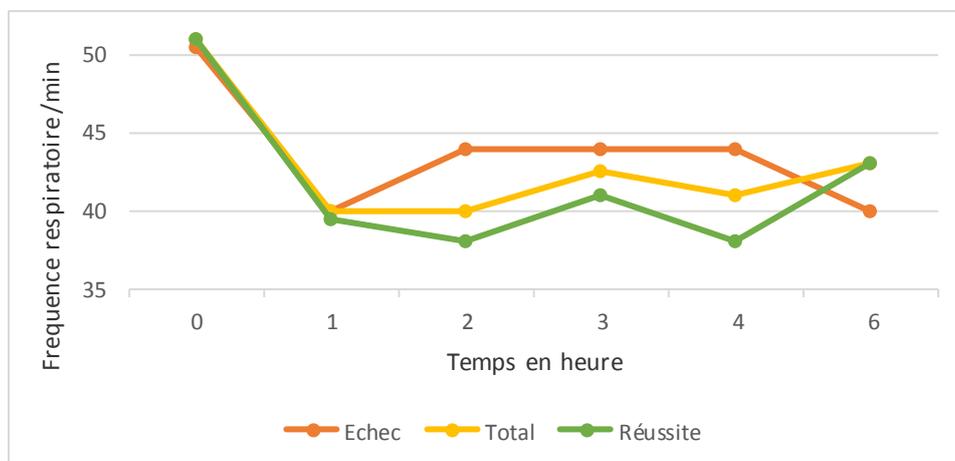
	<i>Population</i>	<i>Réussite OHD</i>	<i>Echec OHD</i>
<i>Bronchiolite</i> - Minime : 0-4 - Modérée : 5-7 - Sévère : 8-10	5,75 (4,5/9,5)	5,75 (4,5/9,5)	5,75 (4,5/7)
<i>Asthme</i> - Minime : 0-4 - Modérée : 5-8 - Sévère : 9-12	7,5 (6/9)	7,25 (6/9)	8 (8/8)
<i>Pneumopathie</i> - Minime : 4-5 - Modérée : 6-8 - Sévère : 9-10	6,75 (4,5/8)	6,75 (4,5/8)	

Tableau 10 : Scores de gravité à l'instauration de l'ONHD selon les pathologies. Les valeurs sont données en médianes (valeur minimale / valeur maximale).

5. Evolution :

a. Evolution de la fréquence respiratoire :

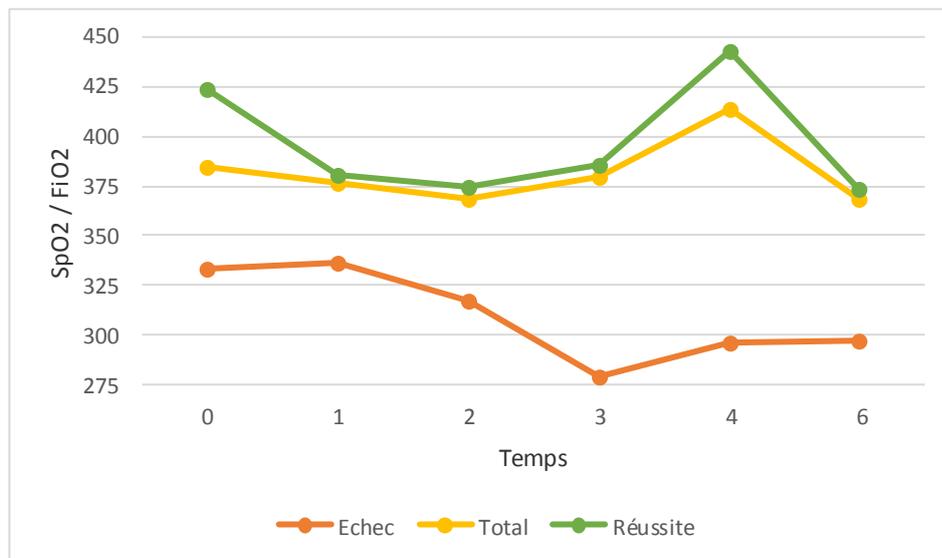
La fréquence respiratoire (FR) était relevée à la mise en place de l'ONHD, puis toutes les heures pendant 3 heures, puis toutes les 2 heures. On observe une évolution différente de cette FR dès la deuxième heure selon le groupe « réussite » ou « échec », comme le représente le graphique suivant.



Graphique 2 : Evolution dans le temps de la fréquence respiratoire après la mise en place de l'ONHD.

b. Evolution du rapport SpO2 sur FiO2 :

Le rapport saturation pulsée en oxygène sur la fraction inspirée en oxygène est un index de sévérité d'une hypoxie lors de trouble du rapport ventilation/perfusion au niveau pulmonaire. La valeur normale est de 476 (100/0,21), une valeur inférieure à 300 traduit une altération sévère des échanges gazeux au sein des poumons. Le graphique suivant représente l'évolution de ce rapport après la mise en place de l'ONHD selon les groupes « réussite » et « échec ».

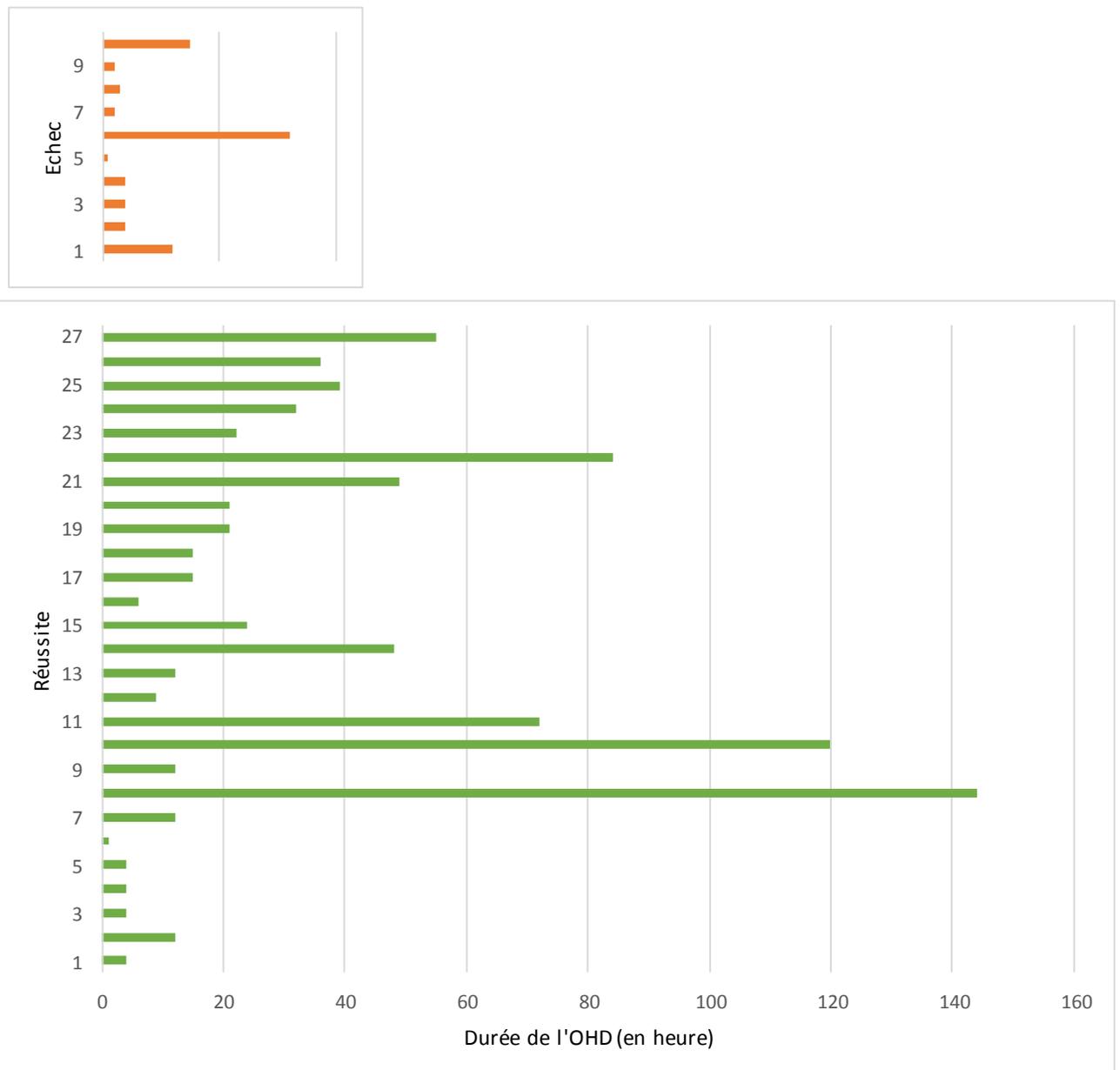


Graphique 3 : Evolution dans le temps du rapport SpO₂(%) sur FiO₂ (air : 0,21). Chez un sujet sain de toute pathologie respiratoire ce rapport est de 476,2 (100 / 0,21)

c. *Durée de l'oxygénothérapie à haut débit :*

Les patients bénéficiaient de l'oxygénothérapie à haut débit en moyenne pendant 25,8 heures ($\pm 32,9$). Les enfants chez qui ce traitement était efficace en avaient besoin pendant 32,5 heures (± 36) en moyenne, et la médiane était de 21 heures (1/144). En revanche lorsque celui-ci était inefficace, ils étaient transférés rapidement en réanimation, en moyenne après 8 heures ($\pm 9,6$) avec une médiane de 4 heures (1/32). Cette différence de durée était significative ($p=0.007$).

Le graphique 4 représente la durée d'ONHD en fonction des deux groupes.



Graphique 4 : Durée d'oxygénothérapie haut débit chez tous les patients inclus en fonction de la réussite de cette ventilation et de la nécessité d'un transfert en réanimation.

d. Devenir des enfants transférés en réanimation :

Aucun enfant traité initialement par oxygénothérapie à haut débit dans le service de pédiatrie générale du centre hospitalier de Saint-Brieuc n'a dû être intubé pendant ou après le transfert en réanimation dans un centre hospitalier régional.

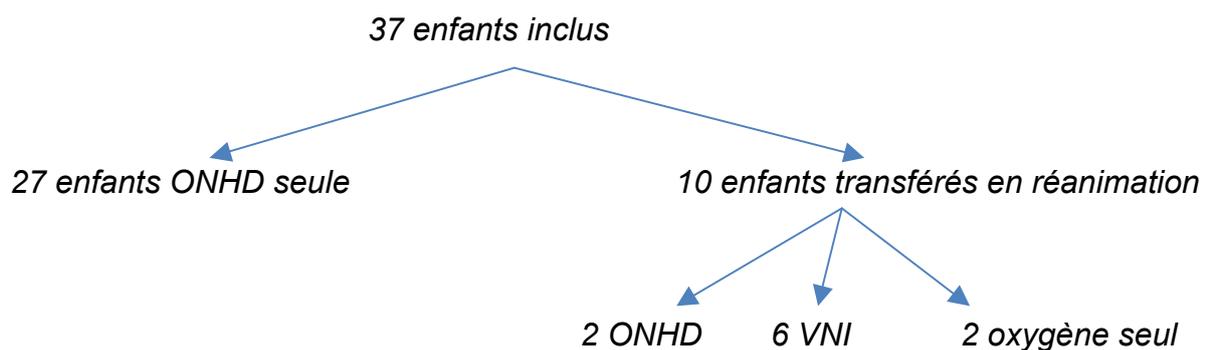
Parmi les 7 enfants, mis sous oxygénothérapie à haut débit pour une bronchiolite, qui ont été transférés en réanimation (*4 pour apnées persistantes et 3 pour travail respiratoire estimé trop grand*) :

- 5 ont été traités (dont les 4 apnées persistantes) par la mise en place de ventilation non invasive de type CPAP
- 2 n'ont pas reçu d'autre aide que la poursuite de l'ONHD

Parmi les 3 enfants, mis sous ONHD pour une crise d'asthme, qui ont été transférés en réanimation (*2 bronchoconstrictions nécessitant le recours au salbutamol IV et 1 pour hypoxémie*):

- 2 ont été traités par la mise en place d'un masque à haute concentration,
- 1 a reçu une ventilation non invasive de type CPAP

Donc au total sur les enfants transférés en réanimation après instauration de l'ONHD, 60% ont nécessité le recours à une ventilation non invasive de type CPAP, soit au final 16,2% des enfants inclus dont les 2/3 représentés par des bronchiolites apnéisantes.



DISCUSSION

I. Résultats principaux de l'étude :

L'étude conduite sur une période de 21 mois était observationnelle, prospective et avait pour but premier de s'assurer de la non dangerosité de cette technique au sein d'un service de pédiatrie d'un hôpital général ne disposant d'aucune USC ou réanimation pédiatrique.

Cela était rendu possible grâce à la simplicité de la mise en place de cette technique, y compris pour un personnel non habitué à la réanimation, et par le peu d'effets secondaires décrits dans la littérature. Le protocole ONHD mis en place avait ainsi pour mission de bien codifier les indications, la mise en place et ses éléments de surveillance afin d'homogénéiser les pratiques et sécuriser au plus ce nouvel outil au sein d'un service de pédiatrie générale.

Ainsi, à défaut d'une démonstration scientifique du bénéfice statistique, nous pouvons raisonnablement penser qu'il ne semble pas y avoir eu de mise en danger des enfants mis sous ONHD. Cela au regard de l'absence de recours à la ventilation invasive secondairement, et à l'absence de complication répertoriée au cours de l'étude. En effet, aucun pneumothorax, pneumo-médiastin ou épistaxis n'ont été observés sur la période d'utilisation.

Une lecture simpliste des résultats pourrait faire dire que l'acquisition du générateur d'oxygène à haut débit (AIRVO₂), pour le service de pédiatrie du centre hospitalier de Saint Briec, a permis « d'éviter » 27 transferts en réanimation en

moins de deux ans. En effet, sur les 37 enfants répondant aux critères de mise en place de ce type de ventilation (selon le protocole - *Annexe 1*) pour des détresses respiratoires aiguës modérées à sévères, seuls dix enfants (27%) ont dû être transférés dans un service de réanimation pédiatrique. Et au final seuls six (16,2%) ont eu besoin de la mise en place d'une ventilation non invasive de type CPAP.

Il est un fait que depuis 2015, le nombre de transferts secondaires en réanimation pédiatrique pour détresse respiratoire semble diminuer à la lecture comparative des chiffres des années 2013 et 2014.

Il est également rassurant de constater que tous les enfants transférés en réanimation n'ont pas nécessité de support ventilatoire supérieur à type de VNI CPAP (60% d'entre eux au final). Cela témoigne du caractère prudent de la surveillance en pédiatrie générale et du protocole qui conduit à ne pas transférer en réanimation trop tardivement les enfants.

Il y avait autant de garçons que de filles inclus, l'âge médian au démarrage de l'ONHD était de 2 mois. Le principal motif de détresse respiratoire qui motivait la mise en place de ce dispositif de ventilation était la bronchiolite (63% des inclus), cela expliquant l'âge médian bas. Cette pathologie épidémique touche chaque année de plus en plus de nourrissons, de même, la proportion des enfants hospitalisés augmente d'année en année⁵⁸. On sait par ailleurs, comme cela a été montré dans de nombreuses études, que le plus jeune âge est associé aux formes plus sévères de bronchiolites nécessitant une prise en charge réanimatoire^{24,59,60}. Ces dernières observations peuvent expliquer la différence d'âge entre les deux groupes de malades. Ceux qui ont nécessité un transfert en réanimation étaient plus

jeunes (médiane d'âge 1 mois [0,3/111 mois]) que ceux pour qui la prise en charge initiale en pédiatrie par l'OHND s'est révélée efficace (médiane d'âge 4 mois [0.5/204 mois]). Cette différence n'était cependant pas significative ($p= 0.05$), du fait du manque de puissance probable de l'étude.

Il est important de constater que pour la prise en charge des bronchiolites apnéisantes, le recours à l'OHND s'est révélé inefficace dans tous les cas de notre étude (à un niveau de réglage de débit de gaz à 2l/kg/mn), cela conduisant à chaque fois à un transfert rapide en réanimation pédiatrique pour mise sous CPAP.

Dans notre étude, neuf enfants ont été traités pour crise d'asthme (24% des patients inclus). 33% d'entre eux (3 sur 9) ont dû être transférés en réanimation (dont un seul ayant eu une mise en place de VNI de type CPAP). A ce jour, l'expérience de l'OHND dans cette indication est limitée, mais son mécanisme est de plus en plus étudié. Il aide les muscles inspiratoires²⁴, l'humification et le réchauffement du gaz limite la bronchoconstriction induite par le froid de l'oxygénothérapie classique⁹. On pourrait également penser que le haut débit favoriserait la distribution des traitements inhalés nécessaires dans les crises d'asthme, mais ce point est controversé par des études qui démontrent que la dose reçue varie entre 0.5 et 25% de la dose administrée^{26,61}.

Notre étude ne portait que sur sept enfants (20% des inclus) ayant une pneumopathie hypoxémiante avec des critères de sévérité conduisant à la mise en place de l'ONHD, mais aucun d'entre eux n'a été transféré en réanimation. L'administration initiale d'oxygène dans cette pathologie est la principale mesure thérapeutique en plus de l'antibiothérapie. Les études sont peu nombreuses, mais

l'une d'elle effectuée sur 65 enfants, démontre son efficacité, avec une durée d'oxygénodépendance plus courte dans le groupe traité par ONHD par rapport au groupe traité par oxygène classique au masque³¹.

Des données contradictoires ont été récemment publiées³² mais, sans caractère randomisé, ne permettant pas de conclure sur cette indication.

L'efficacité de l'oxygénothérapie à haut débit était rapidement évaluée, les patients qui ont nécessité un transfert en réanimation l'ont été en moyenne au bout de 8 heures \pm 9,6 (et la durée médiane de l'OHND dans ce groupe était de 4 heures). Ces résultats coïncident avec l'étude de Wraight réalisée sur 3 ans dans un service de soins intensifs pédiatriques avec 54 enfants⁴³. Elle rapportait que la plupart des échecs survenaient dans les 8,25 heures, avec une médiane à 5,5 heures. Ce résultat est en accord aussi avec les recommandations publiées en 2014 par Milési²⁴.

Cela est un message clé pour la surveillance au sein d'un service de pédiatrie générale ne disposant pas d'USC : l'échec de la mise en place d'une telle technique est habituellement observable rapidement ; d'où l'intérêt d'une surveillance médicale et paramédicale plus rapprochée lors des six premières heures de mise en place.

Dans notre étude, il n'avait pas été observé de proportion plus importante de comorbidités ou d'antécédents (comme les cardiopathies congénitales) dans le groupe d'enfants transférés en réanimation. Seuls deux enfants, pour lesquels le dispositif d'ONHD avait échoué, avaient des antécédents. Contrairement à la littérature^{9,43}, nous n'avons pas retrouvé de facteurs prédictifs d'échec comme les

cardiopathies congénitales. Un seul enfant avait une cardiopathie de type communication inter ventriculaire et inter auriculaire, mais l'ONHD s'est, chez lui, révélée efficace en 120 heures. De même, la prématurité, le retard de croissance intra utérin ou le polyhandicap n'était pas associé à un risque accru de transfert en réanimation.

Les caractéristiques cliniques et biologiques initiales entre le groupe traité uniquement par ONHD au CH de Saint Briec (groupe « réussite ») et le groupe qui a dû être transféré en réanimation étaient différentes (groupe « échec »). La température médiane était de 37,9°C (36,8°/39,2°) pour le groupe « réussite » et 37,1°C (35°/38,2°) pour le groupe « échec » ($p=0.043$). La différence était significative, nous pouvons supposer qu'elle soit liée aux pneumopathies hypoxémiantes qui étaient toutes dans le groupe « réussite ». La fréquence respiratoire médiane était de 51/min (24/80) dans le groupe « réussite » contre 50,5/min (28/88) dans le groupe « échec », et la différence n'était pas significative ($p=0.786$). Le pH médian était plus acide dans le groupe « échec » à 7,33 contre 7.36 dans le groupe « réussite », avec une hypercapnie médiane plus importante à 50,5mmHg contre 40,15 dans l'autre groupe. Mais il y avait un manque de données important (66% des fiches des enfants n'étaient pas renseignés pour la gazométrie), empêchant une analyse statistique. Nous remarquons également que la différence entre les deux groupes était significative ($p=0.0344$) pour la fraction inspirée en oxygène (FiO_2) initiale. La valeur médiane était de 30% à l'instauration du dispositif dans le groupe « échec » contre 21% dans le groupe « réussite ».

Par contre, l'évolution de la fréquence respiratoire après la mise en place du dispositif variait également selon le groupe. Dès la deuxième heure, on remarquait une différence de médiane, elle était à 44/min (19/79) dans le groupe « échec »

contre 40/min (40/85) dans le groupe « réussite ». Cette différence restait nette jusqu'à la 4^{ème} heure d'ONHD, cela s'expliquant probablement du fait de la courte durée de cette oxygénothérapie dans le groupe « échec » (médiane à 4 heures).

La variation de l'index de sévérité d'hypoxie (le rapport saturation pulsée en oxygène (SpO_2) sur la fraction inspirée en oxygène (FiO_2) : SpO_2/FiO_2) suivait une autre cinétique. Dès la mise en place du dispositif, il y avait une médiane inférieure dans le groupe « échec » par rapport au groupe « réussite », respectivement à 333 et 424. Rappelons que la valeur normale est de 476 (100/0,21), et une valeur inférieure à 300 traduit une altération sévère des échanges gazeux au sein des poumons. La médiane de ce rapport passait en dessous de 300 à la 3^{ème} heure d'OHND dans le groupe « échec », et le restait jusqu'au transfert en réanimation.

II. Critiques :

Notre étude est de puissance faible puisqu'elle concerne seulement 37 enfants avec 3 pathologies de détresse respiratoire rendant l'analyse des données prudente.

Il y avait un certain nombre de données manquantes (particulièrement la gazométrie), cela nous empêchant ainsi de définir d'éventuels facteurs liés à un plus fort risque d'échec, même si cela n'était pas l'objectif de l'étude.

Nous avons utilisé des scores de gravité existants pour l'évaluation de la bronchiolite (score de Wood modifié) et de l'asthme (score PRAM). Mais ne disposant pas de score pour les pneumopathies, nous en avons créé un sur le

même modèle, ce qui est pour le moins discutable devant l'absence de validation existante.

Pour la bronchiolite, le score de Wood modifié⁵⁴ est utilisé dans nombreuses études afin de comparer la gravité^{51,62} et est simple d'utilisation. En revanche, nous avons pu remarquer que sur les sept enfants transférés en réanimation après l'échec de l'OHND mise en place pour bronchiolite, quatre étaient transférés devant l'apparition d'apnées. Dans cette situation clinique particulière, propre au petit nourrisson, l'élément décisionnaire au transfert était indépendant du score de gravité rendant la pertinence de celui-ci moindre pour cette pathologie.

La littérature croissante sur le sujet ne permet pas en 2017 d'avoir tranché sur les indications exactes ; en dépit de certaines recommandations prudentes (Milesi²⁴) dans lesquelles sa place dans une structure pédiatrique ne disposant pas d'USC ou de réanimation pédiatrique n'est pas clairement abordée. Il est donc probablement critiquable pour certains de mettre en place cette étude dans une structure pédiatrique, et cela en dépit des résultats encourageants observés. De même, les indications proposées de l'ONHD chez l'enfant ne sont pas toutes encore utilisées en routine, notamment devant l'absence de littérature exhaustive sur le sujet. Ainsi l'utilisation de cette technique dans l'étude au cours de l'asthme ou de la pneumopathie peut prêter à discussion, *a fortiori* en service général.

III. Propositions :

Cette étude est originale car peu ont été réalisées dans un service de pédiatrie générale en France, notamment pour les détresses respiratoires de l'enfant. L'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit est déjà répandue au sein d'unités de soins intensifs^{2,63} (USI), dans des services de réanimation, ou des services d'urgences⁹ et de post-urgences en UHCD^{51,53} dans certains centres hospitaliers. Elle pourrait, à l'avenir, se généraliser dans d'autres services de pédiatrie générale éloignés géographiquement d'une USC ou d'une réanimation si le caractère de non dangerosité se confirmait, y compris dans une telle structure généraliste. Cela pourrait permettre ainsi une réduction des dépenses de santé, en évitant les coûts liés au transfert médicalisé ou liés à l'hospitalisation dans une unité de soins intensifs.

L'indication première que l'on retiendrait serait la prise en charge des bronchiolites du petit nourrisson, en dehors de sa forme apnéisante.

Il conviendrait de multiplier les études pédiatriques afin de déterminer des recommandations claires et d'évaluer le rapport coût/bénéfice potentiel de sa généralisation au sein de multiples services de pédiatrie générale.

CONCLUSION

L'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) est une avancée technologique certaine dans le sens de la simplicité d'utilisation, de surveillance et de non invasivité de la prise en charge des détresses respiratoires de l'enfant.

Si l'exemple de la bronchiolite du nourrisson est une pathologie idéale pour son évaluation au sein de différentes structures pédiatriques (pédiatrie générale, USC, réanimation), de par son côté épidémique annuel, des résultats probants sur sa place exacte sont attendus grâce aux nombreuses études en cours.

Ainsi, son utilisation au sein d'une structure générale semble possible avec un minimum de précautions (protocole et formation) par un personnel non averti. Notre travail, même si conduit à une toute petite échelle, a l'avantage de rapporter un retour d'expérience positif. Les résultats des études prochaines permettront d'éclaircir sa place exacte ainsi que ses indications.

BIBLIOGRAPHIE

1. Essouri S, Baudin F, Vincent M, Chevret L, Emeriaud G, Jouvét P. Variability of care in infants with severe bronchiolitis: less invasive respiratory management leads to similar outcomes. *J Ped*. 2017;
2. Mikalsen IB, Davis P, Øymar K. High flow nasal cannula in children: a literature review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016 Jul 12;24:93.
3. Locke RG, Wolfson MR, Shaffer TH, Rubenstein SD, Greenspan JS. Inadvertent administration of positive end-distending pressure during nasal cannula flow. *Pediatrics*. 1993 Jan;91(1):135–8.
4. Holleman-Duray D, Kaupie D, Weiss MG. Heated humidified high-flow nasal cannula: use and a neonatal early extubation protocol. *J Perinatol Off J Calif Perinat Assoc*. 2007 Dec;27(12):776–81.
5. Dani C, Pratesi S, Migliori C, Bertini G. High flow nasal cannula therapy as respiratory support in the preterm infant. *Pediatr Pulmonol*. 2009 Jul;44(7):629–34.
6. Manley BJ, Owen LS, Doyle LW, Andersen CC, Cartwright DW, Pritchard MA, et al. High-flow nasal cannulae in very preterm infants after extubation. *N Engl J Med*. 2013 Oct 10;369(15):1425–33.
7. Kotecha SJ, Adappa R, Gupta N, Watkins WJ, Kotecha S, Chakraborty M. Safety and Efficacy of High-Flow Nasal Cannula Therapy in Preterm Infants: A Meta-analysis. *Pediatrics*. 2015 Sep;136(3):542–53.
8. Beggs S, Wong ZH, Kaul S, Ogden KJ, Walters JAE. High-flow nasal cannula therapy for infants with bronchiolitis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Jan 20;(1):CD009609.
9. Kelly GS, Simon HK, Sturm JJ. High-flow nasal cannula use in children with respiratory distress in the emergency department: predicting the need for subsequent intubation. *Pediatr Emerg Care*. 2013 Aug;29(8):888–92.
10. Pham TMT, O'Malley L, Mayfield S, Martin S, Schibler A. The effect of high flow nasal cannula therapy on the work of breathing in infants with bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol*. 2015 Jul;50(7):713–20.
11. Milési C, Baleine J, Matecki S, Durand S, Combes C, Novais ARB, et al. Is treatment with a high flow nasal cannula effective in acute viral bronchiolitis? A physiologic study. *Intensive Care Med*. 2013 Jun;39(6):1088–94.
12. Bressan S, Balzani M, Krauss B, Pettenazzo A, Zanconato S, Baraldi E. High-flow nasal cannula oxygen for bronchiolitis in a pediatric ward: a pilot study. *Eur J Pediatr*. 2013 Dec;172(12):1649–56.
13. Kallappa C, Hufton M, Millen G, Ninan TK. Use of high flow nasal cannula oxygen (HFNCO) in infants with bronchiolitis on a paediatric ward: a 3-year experience. *Arch Dis Child*. 2014 Aug;99(8):790–1.
14. Mayfield S, Bogossian F, O'Malley L, Schibler A. High-flow nasal cannula oxygen therapy for infants with bronchiolitis: pilot study. *J Paediatr Child Health*. 2014 May;50(5):373–8.
15. Wing R, James C, Maranda LS, Armsby CC. Use of high-flow nasal cannula support in the emergency department reduces the need for intubation in pediatric acute respiratory insufficiency. *Pediatr Emerg Care*. 2012 Nov;28(11):1117–23.

16. McKiernan C, Chua LC, Visintainer PF, Allen H. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr*. 2010 Apr;156(4):634–8.
17. Schibler A, Pham TMT, Dunster KR, Foster K, Barlow A, Gibbons K, et al. Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Med*. 2011 May;37(5):847–52.
18. Metge P, Grimaldi C, Hassid S, Thomachot L, Loundou A, Martin C, et al. Comparison of a high-flow humidified nasal cannula to nasal continuous positive airway pressure in children with acute bronchiolitis: experience in a pediatric intensive care unit. *Eur J Pediatr*. 2014 Jul;173(7):953–8.
19. Schlapbach LJ, Schaefer J, Brady A-M, Mayfield S, Schibler A. High-flow nasal cannula (HFNC) support in interhospital transport of critically ill children. *Intensive Care Med*. 2014 Apr;40(4):592–9.
20. Abboud PA, Roth PJ, Skiles CL, Stolfi A, Rowin ME. Predictors of failure in infants with viral bronchiolitis treated with high-flow, high-humidity nasal cannula therapy*. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2012 Nov;13(6):e343-349.
21. Bueno Campaña M, Olivares Ortiz J, Notario Muñoz C, Rupérez Lucas M, Fernández Rincón A, Patiño Hernández O, et al. High flow therapy versus hypertonic saline in bronchiolitis: randomised controlled trial. *Arch Dis Child*. 2014 Jun;99(6):511–5.
22. Milési C, Essouri S, Pouyau R, Liet J-M, Afanetti M, Portefaix A, et al. High flow nasal cannula (HFNC) versus nasal continuous positive airway pressure (nCPAP) for the initial respiratory management of acute viral bronchiolitis in young infants: a multicenter randomized controlled trial (TRAMONTANE study). *Intensive Care Med*. 2017 Feb;43(2):209–16.
23. Lee JH, Rehder KJ, Williford L, Cheifetz IM, Turner DA. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children, and adults: a critical review of the literature. *Intensive Care Med*. 2013 Feb;39(2):247–57.
24. Milési C, Boubal M, Jacquot A, Baleine J, Durand S, Odena MP, et al. High-flow nasal cannula: recommendations for daily practice in pediatrics. *Ann Intensive Care*. 2014;4:29.
25. Pilar J, Modesto I Alapont V, Lopez-Fernandez YM, Lopez-Macias O, Garcia-Urabayen D, Amores-Hernandez I. High-flow nasal cannula therapy versus non-invasive ventilation in children with severe acute asthma exacerbation: An observational cohort study. *Med Intensiva*. 2017 Feb 16;
26. Perry SA, Kesser KC, Geller DE, Selhorst DM, Rendle JK, Hertzog JH. Influences of cannula size and flow rate on aerosol drug delivery through the VapoTherm humidified high-flow nasal cannula system. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2013 Jun;14(5):e250-256.
27. Ari A, Atalay OT, Harwood R, Sheard MM, Aljamhan EA, Fink JB. 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 Jul;55(7):845–51.
28. Rittayamai N, Tscheikuna J, Praphruetkit N, Kijpinyochai S. Use of High-Flow Nasal Cannula for Acute Dyspnea and Hypoxemia in the Emergency Department. *Respir Care*. 2015 Oct;60(10):1377–82.
29. Sztrymf B, Messika J, Mayot T, Lenglet H, Dreyfuss D, Ricard J-D. Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with acute respiratory failure: a prospective observational study. *J Crit Care*. 2012 Jun;27(3):324.e9-13.

30. Liesching TN, Lei Y. Efficacy of High-Flow Nasal Cannula Therapy in Intensive Care Units. *J Intensive Care Med*. 2017 Jan 1;885066616689043.
31. Uygun P, Oktem S, Boran P, Tutar E, Tokuc G. Low- versus high-flow oxygen delivery systems in children with lower respiratory infection. *Pediatr Int Off J Jpn Pediatr Soc*. 2016 Jan;58(1):49–52.
32. Modesto I Alapont V, Khemani RG, Medina A, Del Villar Guerra P, Molina Cambra A. Bayes to the Rescue: Continuous Positive Airway Pressure Has Less Mortality Than High-Flow Oxygen. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2017 Feb;18(2):e92–9.
33. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, Festa R, Cataldo A, Antonicelli F, et al. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014 Aug 1;190(3):282–8.
34. Frat J-P, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 2015 Jun 4;372(23):2185–96.
35. Stéphan F, Barrucand B, Petit P, Rézaiguia-Delclaux S, Médard A, Delannoy B, et al. High-Flow Nasal Oxygen vs Noninvasive Positive Airway Pressure in Hypoxemic Patients After Cardiothoracic Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2015 Jun 16;313(23):2331–9.
36. Frizzola M, Miller TL, Rodriguez ME, Zhu Y, Rojas J, Heseck A, et al. High-flow nasal cannula: impact on oxygenation and ventilation in an acute lung injury model. *Pediatr Pulmonol*. 2011 Jan;46(1):67–74.
37. Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, Shaffer TH. Research in high flow therapy: mechanisms of action. *Respir Med*. 2009 Oct;103(10):1400–5.
38. Wilkinson DJ, Andersen CC, Smith K, Holberton J. Pharyngeal pressure with high-flow nasal cannulae in premature infants. *J Perinatol Off J Calif Perinat Assoc*. 2008 Jan;28(1):42–7.
39. Hasani A, Chapman TH, McCool D, Smith RE, Dilworth JP, Agnew JE. Domiciliary humidification improves lung mucociliary clearance in patients with bronchiectasis. *Chron Respir Dis*. 2008;5(2):81–6.
40. Fontanari P, Burnet H, Zattara-Hartmann MC, Jammes Y. Changes in airway resistance induced by nasal inhalation of cold dry, dry, or moist air in normal individuals. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1996 Oct;81(4):1739–43.
41. Kernick J, Magarey J. What is the evidence for the use of high flow nasal cannula oxygen in adult patients admitted to critical care units? A systematic review. *Aust Crit Care Off J Confed Aust Crit Care Nurses*. 2010 May;23(2):53–70.
42. Hough JL, Pham TMT, Schibler A. Physiologic effect of high-flow nasal cannula in infants with bronchiolitis. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2014 Jun;15(5):e214-219.
43. Wraight TI, Ganu SS. High-flow nasal cannula use in a paediatric intensive care unit over 3 years. *Crit Care Resusc J Australas Acad Crit Care Med*. 2015 Sep;17(3):197–201.
44. Hegde S, Proadhan P. Serious air leak syndrome complicating high-flow nasal cannula therapy: a report of 3 cases. *Pediatrics*. 2013 Mar;131(3):e939-944.
45. Baudin F, Gagnon S, Crulli B, Proulx F, Jouvet P, Emeriaud G. Modalities and Complications Associated With the Use of High-Flow Nasal Cannula: Experience in a Pediatric ICU. *Respir Care*. 2016 Oct;61(10):1305–10.

46. Kang BJ, Koh Y, Lim C-M, Huh JW, Baek S, Han M, et al. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med*. 2015 Apr;41(4):623–32.
47. Collins CL, Barfield C, Horne RSC, Davis PG. A comparison of nasal trauma in preterm infants extubated to either heated humidified high-flow nasal cannulae or nasal continuous positive airway pressure. *Eur J Pediatr*. 2014 Feb;173(2):181–6.
48. Rubin S, Ghuman A, Deakers T, Khemani R, Ross P, Newth CJ. Effort of breathing in children receiving high-flow nasal cannula. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2014 Jan;15(1):1–6.
49. ten Brink F, Duke T, Evans J. High-flow nasal prong oxygen therapy or nasopharyngeal continuous positive airway pressure for children with moderate-to-severe respiratory distress?*. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. 2013 Sep;14(7):e326-331.
50. Klingenberg C, Pettersen M, Hansen EA, Gustavsen LJ, Dahl IA, Leknessund A, et al. Patient comfort during treatment with heated humidified high flow nasal cannulae versus nasal continuous positive airway pressure: a randomised cross-over trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2014 Mar;99(2):F134-137.
51. Guimaraes M, Pomedio M, Viprey M, Kanagaratnam L, Bessaci K. [Use of high-flow nasal cannula in infants with bronchiolitis in a pediatric emergency department]. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr*. 2017 Jan;24(1):3–9.
52. Kelly GS, Simon HK, Sturm JJ. High-flow nasal cannula use in children with respiratory distress in the emergency department: predicting the need for subsequent intubation. *Pediatr Emerg Care*. 2013 Aug;29(8):888–92.
53. Long E, Babl FE, Duke T. Is there a role for humidified heated high-flow nasal cannula therapy in paediatric emergency departments? *Emerg Med J EMJ*. 2016 Jun;33(6):386–9.
54. Duarte-Dorado DM, Madero-Orostegui DS, Rodriguez-Martinez CE, Nino G. Validation of a scale to assess the severity of bronchiolitis in a population of hospitalized infants. *J Asthma Off J Assoc Care Asthma*. 2013 Dec;50(10):1056–61.
55. Chalut DS, Ducharme FM, Davis GM. The Preschool Respiratory Assessment Measure (PRAM): a responsive index of acute asthma severity. *J Pediatr*. 2000 Dec;137(6):762–8.
56. Ducharme FM, Chalut D, Plotnick L, Savdie C, Kudirka D, Zhang X, et al. The Pediatric Respiratory Assessment Measure: a valid clinical score for assessing acute asthma severity from toddlers to teenagers. *J Pediatr*. 2008 Apr;152(4):476–480, 480.e1.
57. Duarte-Dorado DM, Madero-Orostegui DS, Rodriguez-Martinez CE, Nino G. Validation of a scale to assess the severity of bronchiolitis in a population of hospitalized infants. *J Asthma Off J Assoc Care Asthma*. 2013 Dec;50(10):1056–61.
58. Grimprel E. [Epidemiology of infant bronchiolitis in France]. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr*. 2001 Jan;8 Suppl 1:83S–92S.
59. Che D, Caillère N, Josseran L. [Surveillance and epidemiology of infant bronchiolitis in France]. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr*. 2008 Mar;15(3):327–8.

60. Chevret L, Mbieleu B, Essouri S, Durand P, Chevret S, Devictor D. [Bronchiolitis treated with mechanical ventilation: prognosis factors and outcome in a series of 135 children]. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr.* 2005 Apr;12(4):385–90.
61. Bhashyam AR, Wolf MT, Marcinkowski AL, Saville A, Thomas K, Carcillo JA, et al. Aerosol delivery through nasal cannulas: an in vitro study. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv.* 2008 Jun;21(2):181–8.
62. Bermúdez Barrezueta L, García Carbonell N, López Montes J, Gómez Zafra R, Marín Reina P, Herrmannova J, et al. [High flow nasal cannula oxygen therapy in the treatment of acute bronchiolitis in neonates]. *An Pediatr Barc Spain 2003.* 2017 Jan;86(1):37–44.
63. Betters KA, Gillespie SE, Miller J, Kotzbauer D, Hebbar KB. High flow nasal cannula use outside of the ICU; factors associated with failure. *Pediatr Pulmonol.* 2016 Nov 21.

ANNEXES

I. Annexe 1 :

PROTOCOLE OXYGENE A HAUT DEBIT EN PEDIATRIE

1. Introduction

L'oxygène à haut débit par canule nasal (HNF) est d'utilisation assez récente comme outil d'aide à la prise en charge des détresses respiratoires. D'utilisation simple et bien toléré, son emploi est croissant tant chez l'adulte qu'en pédiatrie dont le nouveau-né. Le principe est simple avec la création par le haut débit d'une pression positive au sein des voies aériennes du sujet.

L'acquisition en mars 2015 d'une machine utilisant ce procédé (AIRVO2 de la société Fischer Payckel) pour le service de pédiatrie implique la formation des équipes médicales et paramédicales et la mise en place selon un protocole interne au service pour des raisons de sécurité. Nous rappelons donc ici l'intérêt de l'HNF, le matériel dédié ainsi que le protocole de mise en place (indications, réglage, installation et surveillance).

2. Oxygène à haut débit

2.1. Description

L'HNF est défini par l'administration d'un mélange air-oxygène réchauffé humidifié à un débit supérieur au débit inspiratoire du patient. Certains auteurs rapportent le débit au poids du patients, > à 2L/kg/mn chez le nourrisson (>2L/mn) et >1L/kg/mn chez l'enfant (>6L/mn).

L'humidification des gaz est poche de 100% entre 34° et 37°C et améliore le confort des patients en détresse respiratoire notamment par la diminution des résistances de la muqueuse nasale induite par l'oxygène classique non réchauffé non humidifié.

L'HNF permet un meilleur lavage de l'espace mort extra-thoracique dont la partie oropharyngée ce qui améliore à la fois l'oxygénation et l'épuration du CO₂.

Il résulte du haut débit et des conditions anatomiques (ouverture de bouche ou non, dentition, narine) un maximum de pression pharyngée de 6 cmd'H₂O au cours de l'expiration. La pression ainsi générée évite le collapsus pharyngé, réduit les apnées obstructives et aide l'effort inspiratoire.

Il a été démontré récemment physiologiquement que l'HNF réduisait l'activité électrique diaphragmatique et diminuait les variations de pression œsophagienne confirmant la réduction du travail respiratoire.

Par ailleurs, certaines études suggèrent l'effet positif de l'HNF sur la déperdition énergétique comparé à l'oxygénothérapie classique notamment en permettant le bon fonctionnement de la fonction mucociliaire, en prévenant les atélectasies et en diminuant le travail inspiratoire.

La taille des canules nasales doit être adapté à la taille des narines avec au plus une réduction de 50% de leur calibre afin d'éviter un phénomène d'hyperpression lié à une obstruction. Il peut être utile pour les enfants de proposer une tétine pour limiter les fuites buccales.

2.2. Littérature

Les données de la littérature en dépit de la simplicité d'utilisation d'un tel système sont encore assez pauvres à ce jour en pédiatrie. En 2014, les recommandations se basent sur l'extrapolation des données des études physiologiques observationnelles. L'HNF apparaît ainsi utilisable dans toutes les situations habituellement managées par VNI en apparaissant souvent mieux toléré.

Compte tenu des données cliniques encore modestes, son utilisation doit être réservée aux détresses respiratoires modérées et être bien monitorée afin de dépister précocement les échecs conduisant au recours à une aide par VNI ou une intubation. La plus grosse série pédiatrique publiée rapporte 490 enfants (bronchiolites, asthme, pneumopathie) avec un échec dans 8% des cas. Les facteurs d'échec de l'étude étaient une acidose initiale avec $\text{pH} < 7.30$ et une non diminution de la fréquence respiratoire à 1h de l'initiation de l'HNF.

Les situations cliniques pédiatriques reconnues sont actuellement :

- La bronchiolite est la pathologie pédiatrique où l'HNF a été le plus testé notamment versus CPAP. En appliquant une pression oropharyngée égale à l'auto PEP, engendrée par la pathologie obstructive, un débit inspiratoire est généré dès le début du travail inspiratoire réduisant considérablement le travail respiratoire de l'enfant. Les études physiologiques et cliniques suggèrent l'intérêt de l'HNF dans les bronchiolites modérées, en réservant la CPAP aux formes sévères.
- L'asthme semble sur le plan physiologique aussi intéressant pour la mise en route de l'HNF avec comme pour la bronchiolite la diminution du travail inspiratoire induit par l'auto PEP. De plus, le réchauffement et humidification de l'oxygène limite l'éventuelle bronchoconstriction induite par l'oxygène classique et le haut débit pourrait améliorer la distribution des gaz inhalés.
- Les autres situations de détresses respiratoires de type 1 (atteinte alvéolaire) comme les troubles de ventilation, les pneumopathies et l'œdème aigu du poumon sont susceptibles aussi de rentrer dans le cadre de bénéfice possible du recours à l'HNF comme certaines études cliniques le montrent.

Les complications de l'HNF sont peu rapportées. Récemment 3 cas de pneumothorax ou pneumomédiastin sans qu'une relation de cause à effet formelle n'ait pu être établie. Les essais comparatifs HNF/CPAP ne montrent pas de différence quand à la survenue de complications, sauf pour les lésions nasales moins fréquentes avec l'HNF.

2.3. Matériels disponibles pour générer l'HNF

3 types de générateurs de gaz assurant la délivrance de l'HNF sont disponibles.

- Utilisation d'un mélangeur air/oxygène connecté à un réchauffeur humidificateur type Optiflow system (Fischer Payckel)
- Utilisation d'une turbine avec réchauffeur humidificateur ce qui a l'avantage de ne pas avoir de besoin de source externe d'air type Airvo2 (Fischer Payckel)
- Utilisation d'une CPAP ou d'un ventilateur conventionnel avec le circuit HNF branché sur le réchauffeur humidificateur

3. Protocole

3.1. Indications

Toute détresse respiratoire de type 1 (bronchiolite, asthme, pneumopathie, oedème pulmonaire...) modérée à sévère est susceptible de bénéficier de l'HNF.

Les critères de sélection de la mise en place de l'HNF sont basés sur des critères généraux de gravité après instauration des premiers soins aux urgences (tous les critères doivent être présents):

- Diagnostic clinique certain du mécanisme de la détresse respiratoire
- VS présente et sujet non comateux
- Oxygénodépendance
- Signes de lutte
- Asthénie
- Retentissement
 - Difficulté à s'alimenter pour les nourrissons
 - Difficultés à parler pour les enfants

Afin d'homogénéiser les pratiques, les critères cliniques seront aidés de scores de gravité des détresses respiratoire validés selon la pathologie.

Les bronchiolites seront cotés par le représentés par le score de Wood modifié(W) (score de 0 à 10) qui comprend 5 items (saturation en O₂, murmure vésiculaire, wheezing, tirage, conscience). Un score supérieur à 4 doit faire discuter la mise en place d'une HNF. Un score supérieur à 7 doit conduire aussi à prendre contact avec la réanimation.

Pour le nourrisson de moins de 3 mois, plus exposés à un transfert en réanimation, l'item crépitant peut remplacer le wheezing dans le score.

Les crises d'asthme seront évalués par le score de PRAM(PR)(Pediatric Respiratory Assessment Measure) qui reprend 5 items (score de 0 à 12+) d'évaluation simple (tirage sus sternal, tirage du SCM, murmure vésiculaire, wheezing et saturation en O₂). Un score compris entre 8 et 10 doit faire discuter la mise en route de l'HNF en complément des autres thérapeutiques. Un score 11, 12 ou 12+ doit conduire à sa mise en place et à prendre contact avec la réanimation.

Les pneumopathies et l'œdème aigu du poumon seront cotés, devant l'absence de score validé, par l'examen clinique associant : fréquence respiratoire, saturation en O₂, battements des ailes du nez, signe de lutte, murmure vésiculaire. Une construction de ces items donne un Score Clinique Pneumopathie (PN) (score de 0 à 10) avec une discussion de l'HNF pour des scores de 6 à 8 avec un contact réanimatoire pour les scores de 9 et 10.

3.2. Matériel

L'HNF est dispensé par le générateur AIRVO2 et la mise en place comporte :

- Le générateur



- Un tuyau
- Une canule nasale
- Un réchauffeur humidificateur

3.3. Mise en place

Montage complet

Choix de la canule nasale

Allumage

Réglage des paramètres

- Mode pédiatrique/adulte
- Température 34°C
- FiO2
- Débit (2L/kg si <2ans et 1L/kg si >2 ans)

3.4. Surveillance

Nécessité d'une surveillance stricte en UHCD avec scope, SaO2, FR, FC continus et TA/30mn à l'instauration.

Utilisation de la feuille de surveillance dédiée à la mise en place de l'HNF.

Réévaluation en présence médicale à M30 et H1.

- Poursuite si amélioration ou stabilisation
- Transfert si aggravation

En cas de poursuite après H1, surveillance horaire les 6 premières heures puis /2h pendant 6h.

En cas de poursuite au-delà de 12h, maintenir une surveillance minimale /3h.

Une réévaluation médicale est obligatoire en cas d'aggravation d'un des paramètres de surveillance (FR, SaO2, Conscience, confort et score)

3.5. Critères d'échec

Retenir que la survenue d'un échec dans la littérature survient le plus souvent précocement dans l'heure voire les 2 premières heures après initiation.

Les paramètres les plus pertinents retenus dans la littérature apparaissent être le pH initial <7.30 et l'augmentation de la FR à H1.

Ainsi, toute aggravation d'un des paramètres : FR, FiO2 pour maintenir une SaO2 > 92% et état de conscience doit conduire à une réévaluation médicale.

Un score, choisi selon la pathologie, doit conduire à l'appel de la réanimation au cours de l'évolution selon un seuil défini :

- score de Wood modifié (W) > 7 (bronchiolite)
- ou score de PRAM (PR) > 10 (asthme)
- ou score clinique de pneumopathie (PN) > 8 (pneumopathie, OAP)

3.6. Critères d'arrêt

L'arrêt de l'HNF devra être discuté en raison de l'amélioration clinique objectivée respectivement par le score :

- score de Wood modifié (W) < 5 (bronchiolite)
- ou score de PRAM (PR) < 8 (asthme)
- ou score clinique de pneumopathie (PN) < 6 (pneumopathie, OAP)

3.7. Evaluation

Le recueil prospectif de tout patient traité par HNF est nécessaire avec un classeur dédié. Une photocopie des feuilles de surveillance HNF ainsi que la feuille de fin de traitement y seront rangés.

Une réévaluation après chaque patient traité est nécessaire pendant la première année. Elle comprend le recensement du vécu médical et paramédical ainsi que des complications.

Un bilan à 1 an sera effectué au cours d'un RMM.

II. Annexe 2 :

Feuille de surveillance d'un patient sous oxygène à haut débit

Etiquette patient

Age :

Poids :

Motif détresse respiratoire (cocher)

Paramètres Oxygène Haut Débit

- Bronchiolite
- OAP - Atélectasie – Pneumopathie
- Asthme
- Autre

Mode Pédiatrique / Adulte (entourer)

Réchauffeur 34°C

Débit Nourrisson 2L/kg = L/mn

Enfant 1L/kg = L/mn

FiO2 à régler pour SaO2 92-97%

	T0	H1/2	H1	H2	H3	H4	H6	H8	H10	H12
T°										
Pouls										
TA										
FR										
SaO2										
FiO2										
Conscience Normale 1 Agité 2 Coma 3										
pH										
pCO2										
Confort										
Score W/PR/PN										

Contact réanimation

Paramètres prédictifs d'échec = H1 aggravation des paramètres de surveillance particulièrement FR, Pouls, FiO2

D'emblée si:

- FiO2 > 50% pour SaO2 > 92%
- Troubles de conscience (agitation/ coma)

Si score de Wood modifié > 7 ou score de PRAM > 10 ou score clinique de pneumopathie > 8 au cours de l'évolution.

	H15	H18	H21	H24	H27	H30	H33	H36	H39	H42
T°										
Pouls										
TA										
FR										
SaO2										
FiO2										
Conscience Normale 1 Agité 2 Coma 3										
pH										
pCO2										
Confort										
Score w/PR/PN										
	H45	H48	H51	H54	H57	H60	H63	H66	H69	H72
T°										
Pouls										
TA										
FR										
SaO2										
FiO2										
Conscience Normale 1 Agité 2 Coma 3										
pH										
pCO2										
Confort										
Score w/PR/PN										

AUTEUR : JAMIN Marie

Date de Soutenance : 19 juin 2017

Titre de la Thèse :

Oxygénothérapie nasale à haut débit dans un service de pédiatrie générale.

Thèse - Médecine - Lille 2017

Cadre de classement : Pédiatrie

DES + spécialité : DES de Pédiatrie

Mots-clés : Oxygénothérapie à Haut Débit, Canules nasales, Bronchiolite, Asthme, Pneumopathie, Pédiatrie

Résumé:

Contexte: L'oxygénothérapie nasale à haut débit (ONHD) permet de délivrer par l'intermédiaire d'une canule, un flux d'air humidifié et chauffé, et dont la fraction inspirée en oxygène peut être réglée. Cette technique présente de multiples avantages (physiologiques, simplicité d'utilisation) qui expliquent son utilisation croissante pour la prise en charge des détresses respiratoires aiguës. En pédiatrie, cette méthode d'oxygénation est utilisée préférentiellement dans les services de réanimation ou les unités de soins continus. Nous avons voulu rapporter sa sécurité d'emploi dans un service de pédiatrie d'un centre hospitalier général. **Méthode :** Cette étude observationnelle et prospective, incluait tous les enfants atteints d'insuffisance respiratoire aiguë (bronchiolite, asthme et pneumopathie) ayant nécessité la mise en place d'ONHD avec le générateur Airvo2™ (Fischer&Payckel) au centre hospitalier de Saint Briec, entre juin 2015 et mars 2017. Les indications, l'utilisation, les éléments de surveillance ainsi que les décisions de transfert en réanimation figuraient dans un protocole. L'objectif premier était d'évaluer sa sécurité d'emploi au regard des effets secondaires observés et des transferts secondaires. **Résultats :** Trente-sept enfants âgés en moyenne de 2 ans et 3 mois (médiane à 3 mois), souffrants de bronchiolite (n=21 soit 57%), d'asthme (n=9 soit 24%) ou de pneumopathie (n=7 soit 19%) ont été traités par ONHD. La durée moyenne d'utilisation de l'ONHD était de 26 heures. Aucun événement indésirable n'a été observé. 10 enfants (27%) ont dû être transférés en réanimation (médiane à 4h) dans un centre hospitalier universitaire de la région (7 pour bronchiolite, majoritairement apnéisante, et 3 pour crise d'asthme). Au final, seuls 6 (soit 16%) ont nécessité en réanimation une escalade thérapeutique, via la mise en place d'une ventilation non invasive. Aucun enfant n'a été intubé. **Conclusion :** L'utilisation de l'ONHD dans un service de pédiatrie générale pour la prise en charge des détresses respiratoires modérées paraît sécuritaire. Sa bonne tolérance et sa facilité d'utilisation sont des atouts indéniables. Son intérêt dans la prise en charge des bronchiolites, en dehors de sa forme apnéisante, paraît en accord avec les données de la littérature. Les nombreuses études prospectives en cours permettront d'harmoniser les pratiques et indications de cette technique.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Alain MARTINOT.

Assesseurs : Monsieur le Professeur Denis DEVICTOR, Monsieur le Professeur Stéphane LETEURTRE, Madame le Docteur Caroline THUMERELLE, Monsieur le Docteur Laurent CHEVRET (directeur de thèse).