



# LES CONSEILS DU GAVO<sub>2</sub> 2020 SUR LA VENTILATION ET l'O<sub>2</sub> DE DOMICILE

## **Comment régler un ventilateur de domicile ? : 6 conseils du GAV**

### **Conseil n°1. Toute mise en place de ventilation non invasive doit être débutée en journée par une équipe médicale et paramédicale formée et entraînée. (Duiverman M. 2019)**

Le malade doit être convenablement installé et informé de la mise en place de la VNI pour améliorer la coopération et la tolérance. En raison des effets secondaires du masque bucco-nasal (Vrijsen B, J Clin Sleep Med. 2014, Schellhas V. Sleep Breath 2018), il faudra toujours chercher à privilégier un masque nasal. Après avoir choisi le masque et sa taille en fonction de l'anatomie du patient, il doit être placé sur le visage du patient manuellement puis attaché sans trop serrer et le positionnement devra être réadapté pour limiter au maximum les fuites.

Il sera toujours essayé de débiter la VNI sans O<sub>2</sub>. L'O<sub>2</sub> sera rajouté en cas d'hypoxémie persistante malgré l'amélioration de l'hypoventilation, selon critères d'attribution usuels de l'oxygénothérapie longue durée. La titration du débit d'O<sub>2</sub> additionnel doit proposer le débit (L/min) et la position d'insertion de l'O<sub>2</sub> (entre la sortie de la turbine du ventilateur et la fuite (Thys *et al.* 200 selon la littérature bien que certains constructeurs recommandent autrement)

); tout changement de la position nécessite une réévaluation. La VNI sera initiée chez un malade en position semi-allongée. La position assise est trop éloignée des futures conditions d'utilisation et la position complètement allongée, qui devra être une finalité, ne doit pas être utilisée d'emblée en raison du risque d'aggravation de l'hypoventilation en l'absence de réglages optimaux.

L'utilisation d'un montage simple, comme un tuyau unique à fuites intentionnelles, a montré moins d'incidents de manipulation avec une efficacité identique (De Mattia A. Respir Care 2018)

### **Conseil n°2 : Le mode de ventilation conseillé en ventilation non invasive au long cours est le mode barométrique (mode en pression) en mode semi-contrôlé.**

Ces modes peuvent être désignés par des noms différents selon les marques de ventilateurs. Le terme « semi-contrôlé » désigne de manière générique un mode où le malade a la liberté de déclencher le ventilateur (reconnaissable en cas de trigger inspiratoire à régler) et où le médecin peut contrôler des cycles en sécurité (reconnaissable en cas de fréquence respiratoire et de Ti à régler (fixe ou en minimum-maximum). Le choix d'un mode en pression et en mode semi-contrôlé permet au malade de bénéficier du confort d'un mode en aide inspiratoire pour les cycles déclenchés tout en assurant une fréquence de rattrapage en cas d'absence d'effort. Ces modes se sont montrés plus adaptés dans une étude randomisée contrôlée que des modes sans fréquence de sécurité dans la SLA et dans le syndrome obésité hypoventilation (Contal, Ches 2013 Vrijsen B, Respirology 2017)

### **Conseil n°3 : Les réglages initiaux sont adaptés à chaque malade et sont fonction de l'atteinte respiratoire prédominante responsable de l'hypoventilation alvéolaire. (Cf tableau)**

**Dans la BPCO**, seule l'étude de *Struik et coll.* (Struik FM, Thorax. 2014) précise clairement les réglages initiaux. Il propose de débiter avec une aide inspiratoire (AI) de 10 cmH<sub>2</sub>O (Rappel AI=pression inspiratoire moins pression expiratoire). Par ailleurs, en se basant sur les dernières études positives (Köhnlein T, Lancet Respir Med. 2014) l'objectif premier est de corriger l'hypoventilation alvéolaire. Ceci se fera en augmentant l'IPAP (pression inspiratoire) jusqu'au seuil de tolérance, en atteignant selon les études publiées une AI entre 15 et 20 cmH<sub>2</sub>O. (Murphy JAMA 2017)

En l'absence de SAOS associé, la PEP (pression expiratoire) initiale est de 4 cmH<sub>2</sub>O, puis elle peut être augmentée s'il existe des signes d'autoPEP avec cliniquement le besoin par le malade d'utiliser ses muscles respiratoires accessoires pour déclencher l'inspiration (Struik FM, Thorax. 2014), toutefois cette autoPEP étant très variable d'un malade à l'autre et d'un moment à l'autre de la journée/nuit, en l'absence de SAOS associé, la PEP n'est généralement pas réglée à un niveau très élevé dans toutes les études de VNI au long cours (+6 cmH<sub>2</sub>O).

Afin de privilégier un temps expiratoire plus long et d'éviter la distension dynamique, i. le Ti (fixe ou Timax) sera maintenu en dessous de 1,5s, ii. La durée de montée en pression (appelée souvent « pente ») est réglée au plus court puis adaptée en fonction du confort du patient et iii. Le cyclage (fin d'inspiration) sera réglé avec une sensibilité élevée (entre 35 à 50% de chute par rapport au débit de pointe (soit de 65 à 50% du débit de pointe). Pour la même raison, on ne privilégiera pas une haute FR (fréquence respiratoire) de sécurité, on commencera à une fréquence de 12/mn et en cas d'hypoventilation insuffisamment contrôlée par l'augmentation de l'aide inspiratoire ou de volonté de « capturer » le malade et de reposer les muscles

respiratoires, elle pourra être augmentée. On notera que les fréquences respiratoires de sécurité utilisées dans les études sont très variables, mais généralement assez élevées de 16 à 20 c/min en moyenne, mais avec des disparités importantes.

**Dans les pathologies neuromusculaires.** La compliance thoracique de ces malades ne nécessitera pas une aide inspiratoire très importante. Attention, certains patients atteints de maladies neuromusculaires ont des déformations thoraciques importantes, ou de la chirurgie de fixation et peuvent avec des compliances thoraciques abaissées et peuvent nécessiter des aides inspiratoires conséquentes. (Voir recommandations pour le « thoraco-restrictif » dans ce cas)

En l'absence de SAOS associé, la PEP initiale est de l'ordre de 4 cmH<sub>2</sub>O, elle pourra nécessiter d'être augmentée à des valeurs très élevées si des événements obstructifs des voies aériennes supérieures sont associés (Georges M, J Neuro Neurosurg Psychiatry. 2016)

Il est préconisé de mettre une fréquence de sécurité élevée de l'ordre de 16 à 20 pour « capturer » le malade et reposer les muscles respiratoires accessoires la nuit.

**Dans le SOH :** L'AI, nécessaire sera élevée en raison de la faible compliance thoracique, et la PEP sera plus élevée, en raison des obstructions des VAS fréquentes. En cas de SAOS associé, il est proposé de commencer à une PEP entre 8 et 10 (Murphy PB, Thorax, 2012, Masa JF, Thorax 2016). Si le patient était porteur au préalable d'un appareillage de pression positive continue, il n'est pas conseillé de débiter d'emblée avec le même niveau de PEP, mais de régler empiriquement une PEP inférieure de 2 cm à la pression efficace (95ème percentile) puis d'augmenter si des événements obstructifs persistent. En cas d'absence de SAOS associé, la PEP sera débutée entre 4 et 6 (Masa JF, Thorax 2016). La pression inspiratoire est débutée entre 10 et 14 cmH<sub>2</sub>O (Storre JH, Chest 2006 ; Masa JF, Thorax 2016).). Mais sera rapidement augmentée (en se basant sur le VT (volume courant) estimé par le ventilateur (viser un VT de 8 à 10ml/kg de poids idéal), avec la réserve que l'évaluation du Vt n'est pas toujours fiable (Contal, Chest 2011).

Enfin, un objectif de FR respiratoire élevée (au-dessus de la FR spontanée du malade) a montré son intérêt contre une FR basse ou l'absence de FR de sécurité (Contal O., Chest. 2013 ; P Murphy Thorax 2012)). Elle sera débutée à 12 pour progressivement être augmentée jusqu'à 16 à 20/mn en suivant les signes de capture sur les enregistrements nocturnes de surveillance. (FR mesurée et % de cycles déclenchés)

## Conseil n°4 : Pendant la période initiale d'adaptation il sera proposé de poser au patient 3 questions cliniques pour permettre d'affiner au mieux les réglages :

i « Avez-vous trop d'air ou au contraire insuffisamment ? » ii « Est-ce que le ventilateur vous suit ? » iii

« Est-ce que l'air arrive assez vite ? »

1. « Avez-vous trop d'air ou au contraire insuffisamment ? » ceci permet d'adapter l'aide inspiratoire
2. « Est-ce que le ventilateur vous suit ? » ceci permet de régler les triggers inspiratoire et expiratoire (cyclage). Pour tester le trigger inspiratoire, on peut compléter cette question a) « Est-ce que le ventilateur se déclenche quand vous le souhaitez ? « Essayez de vous arrêter de respirer ». et pour tester le cyclage on peut demander b) « est-ce que le ventilateur arrête de souffler quand vous voulez expirer ? »
3. « Est-ce que l'air arrive assez vite ? ». Ceci permet de régler la pente inspiratoire (ou temps de montée en pression), en cherchant toujours à la régler la plus courte possible.

## Conseil 5 : L'adaptation des réglages doit être à la fois continue et « lentement progressive ».

L'adaptation des réglages doit être « continue » : dès les premières minutes, les réglages sont modifiés au lit du malade en fonction du confort, de la tolérance et de réglages cibles à atteindre (qui dépendent de la pathologie -voir tableau). Il ne faut pas craindre que le délai entre les réglages initiaux et la cible présentée dans ce tableau soit de plusieurs semaines, avec différentes étapes dont la dynamique temporelle est différente. En l'absence de risque vital immédiat, il ne faut pas avoir comme unique objectif de normaliser la PaCO<sub>2</sub> du malade dans les premiers jours.

Le réglage des paramètres doit être « lentement progressif ». Les différentes étapes proposées sont :

- 1) 1ère étape **sur quelques heures** : adaptation des réglages pour atteindre une tolérance et une amélioration des symptômes du patient.
- 2) 2ème étape **sur quelques jours** : adaptation des réglages pour améliorer la ventilation nocturne avec l'aide des logiciels machines (fuites, événements obstructifs, fréquence, VT, synchronie : voir conseils sur « surveillance » plus bas)
- 3) 3ème étape : **sur quelques jours à plus de 4 semaines** adaptation des réglages pour viser la normalisation de la gazométrie.

## Conseil n°6 : Les réglages avec une adaptation automatique des pressions (dit « hybrides » ou « à VT cible ») ne doivent pas être utilisés en première intention

Les modes « à Vt cible » n'ont pas une efficacité démontrée supérieure justifiant un usage systématique, ils peuvent avoir un effet secondaire (Janssens, Resp Med 2009) et ne constituent pas une solution de facilité, car leur utilisation nécessite un degré d'expertise.

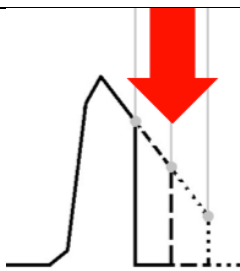
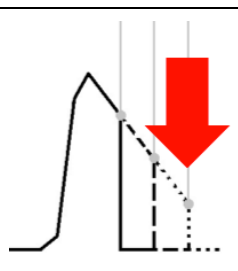

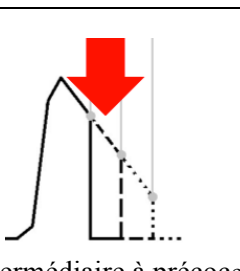
Plusieurs arguments concourent à réserver l'utilisation de ce mode de deuxième intention à des médecins expérimentés dans l'analyse des données de ventilation et l'adaptation des réglages :

- Il n'y a pas de niveau d'évidence concernant la supériorité de ce mode sur un mode ST conventionnel sur l'hypoventilation (Murphy, Thorax 2014) sur le sommeil (Storre Chest 2007, Murphy Thorax 2014), ni sur le confort (Murphy, Thorax 2014). En outre, une étude a montré que le sommeil peut être de moins bonne qualité avec ces modes (Janssens, Resp Med 2009).
- Il existe des données montrant que le mode à réglages automatiques aboutit à des pressions moyennes identiques aux réglages manuels (Murphy, Thorax 2014) sans avantage net sur les autres paramètres (contrôle de l'hypoventilation ; amélioration de la qualité de vie ; amélioration du sommeil) (Nilius G. et coll, 2017 ; Murphy, ERJ 2015 ; Storre, Respiratory Care 2014)
- L'arrivée de nouveaux modes, avec notamment une PEP variable est à suivre et mérite encore de démontrer son efficacité. Une PEP variable fait aussi bien qu'un mode en PEP fixe sous VNI sur la qualité de contrôle des événements obstructifs, mais sans démontrer de supériorité (McArdle, Sleep 2017)

Par rapport à l'absence de supériorité, l'argument de l'automatisation des réglages pour des non-experts ne peut être retenu, car :

- L'évaluation du Vt n'est pas toujours fiable (Contal, Chest 2011).
- Une fourchette importante de variation de la pression inspiratoire peut générer des respirations périodiques, ce mode de ventilation est donc risqué dans certaines pathologies (*insuffisance cardiaque*)
- Il n'est pas conseillé d'utiliser ce mode avec des circuits à valve du fait du risque d'une réponse inappropriée à la fuite avec risque d'hypoventilation (Carlucci, Int Care Med 2012, Lujan, Respi care 2015)).
- L'adaptation des réglages est complexe et nécessite finalement une surveillance rapprochée (Murphy, Thorax 2014)

Tableau 1 : Proposition de réglages pour initier une VNI de domicile en mode ST selon les pathologies. Le volume courant estimé à cibler sera > 8 mL/kg du poids théorique (Tuggey JM, respiratory Med 2006).

Pathologies		Neuro-musculaires	Thoraco - Restrictifs	SOH	BPCO
Réglages					
AI (cmH <sub>2</sub> O)	Démarrage	Une AI minimale de 6cmH <sub>2</sub> O permet les premiers essais sur le patient (à adapter à la clinique )			
	cible	10 à 12	14 à 20	16 à 20	16 à 20
PEP (cmH <sub>2</sub> O)	initiale	4	4	4 à 6 en l'absence de SAOS 8 à 10 si SAOS associé	4
	cible	4*	4*	8 à 10	4 à 6*
FR (cycle/min)	initiale	12			
	cible	16 à 20	16 à 20	16 à 20	14 à 20 ? ou laisser à 12 ?**
Pente (temps de montée en pression) (msec)	initiale	200	200	200	Min
	cible	Min à 400	Min à 400	Min à 400	Min
Sensibilité du trigger inspiratoire		Moyenne/sensible	Moyenne	Moyenne	Moyenne/Sensible
Cyclage (trigger expiratoire)		 intermédiaire	 Tardif	 intermédiaire	 intermédiaire à précoce
Temps inspiratoire (Ti)		Timin-Timax 0,8-1,6 ou Ti : 1,3 à 1,6**	Timin-Timax 0,8-1,6 ou Ti : 1,3 à 1,6**	Timin-Timax 0,8-1,6 ou Ti : 1,3 à 1,6**	Timin -Timax 0,6-1,5 ou Ti : < à 1,5s**

AI : (*Aide inspiratoire*), PEP (pression expiratoire positive), FR (Fréquence respiratoire), BPCO (Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive), SOH (syndrome obésité hypoventilation).

\* en l'absence de SAOS associé \*\* les études proposent des FR élevées dans leur méthodologie, mais le choix des investigateurs est toujours plus bas, permettant ainsi une expiration plus longue \*\*\*selon fréquence réglée

## **Comment juger si un malade est bien ventilé ? 2 conseils du GAV**

**Conseil n° 7 : Un malade « bien ventilé » est un malade pour lequel il existe un équilibre optimal entre l'efficacité clinique de la VNI et la tolérance du malade vis-à-vis de sa VNI.**

- **Il ne s'agit donc pas uniquement de corriger les gaz du sang.**
- **L'efficacité est jugée sur**
  - 1) L'observance (>5h/nuit d'affilée) et**
  - 2) L'amélioration des symptômes du malade sans dégradation de sa qualité de vie (questionnaires) et**
  - 3) L'amélioration ou la correction de l'hypoventilation diurne (PaCO<sub>2</sub><45 mm d'Hg, mais dans la BPCO, <48 mmHg et/ou une diminution de 20%) et nocturne sur une PTCO<sub>2</sub> (ou une Oxymétrie nocturne)**
  - 4) La disparition des évènements nocturnes (IAH résiduel <10/h).**

En ce qui concerne l'observance à la VNI nocturne, à titre indicatif, une utilisation cliniquement pertinente en début de traitement est de **> 5h/nuit d'affilée**, sans fragmentation de l'utilisation (Borel JC. *Respirology*. 2014 ; Struik FM. *Respir Med*. 2014).

Dans la BPCO, ce seuil de >5h est associé à une réduction significative de la PaCO<sub>2</sub> (Struik FM. *Respir Med*. 2014) ou encore à une diminution du risque d'exacerbation ou de décès chez le sujet obèse (Borel JC, *Respirology*. 2014). Dans la SLA, une utilisation >4H est associée à une amélioration de la survie (Aboussouan LS, *Ann Intern Med*. 1997 ; Pinto A, *Amyotroph Lateral Scler Other Motor Neuron Disord*. 2003

En ce qui concerne l'absence de fragmentation dans l'utilisation de la ventilation, il s'agit à ce jour que d'un avis d'experts.

Il est à noter que l'observance à la VNI est susceptible de varier au cours du temps et/ou de l'évolution de la pathologie sous-jacente. En effet, une majoration de l'observance peut être le signe d'une péjoration de l'insuffisance respiratoire (Borel JC, *Respirology* 2014).

Divers outils ont été validés pour évaluer l'amélioration de la qualité de vie et des symptômes sous VNI (dyspnée, fatigue...), et leurs utilisations systématiques sont conseillées. (Severe Respiratory Insufficiency –SRI-, SF36, questionnaire de St Georges etc...) (Windisch W. *Eur Respir J*. 2008 ; Gonzalez-Bermejo J, *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener*. 2013; McEvoy RD, *Thorax* 2009).

Par exemple, le SRI est un instrument spécifique de mesure de la qualité de vie des patients sous VNI qui permet un suivi des plaintes du patient après la mise en route de la VNI. Cependant, son utilisation quotidienne est peu pratique vu la longueur et la complexité du questionnaire.

Récemment, un questionnaire spécifique, plus facile à réaliser en pratique clinique quotidienne et plus court que les préexistants a été développé. Il évalue également les symptômes respiratoires, la qualité de sommeil et les effets secondaires liés à la VNI (S3-NIV questionnaire; Dupuis-Lozeron E. et al. *Eur Respir J*. 2018).

En ce qui concerne les marqueurs de correction de l'hypoventilation alvéolaire nocturne, il en existe plusieurs :

### **a. Gaz du sang**

Le but est la disparition de l'hypercapnie (soit, par extrapolation de la définition, une PaCO<sub>2</sub>< 45 mmHg sauf pour la BPCO, une PaCO<sub>2</sub><48 mm d'Hg et/ou une réduction d'au moins 20% par rapport à la PaCO<sub>2</sub> initiale) (Köhnlein T, *Lancet Respir Med*. 2014). Une diminution de la mortalité, dans la BPCO stable, été décrite lorsque la PaCO<sub>2</sub> est bien contrôlée soit < à 48 mm Hg ou diminution de 20% *et* deux articles de Tsuboi rapportent une survie meilleure lorsque la PaCO<sub>2</sub> est < 60 mm de Hg chez les BPCO sous VNI (Tsuboi T, *Intern Med*. 2011) et < 50 mm d'Hg dans les cyphoscolioses (Tsuboi T, *Intern Med*. 2011). Outre la mesure de PaCO<sub>2</sub>, d'autres paramètres obtenus par les gaz du sang pourraient s'avérer utiles.

Le dosage des bicarbonates n'a pas réussi à montrer son intérêt à ce jour. (Borel JC, *Respirology*, 2017)

À NOTER : il n'y a pas de recommandations sur les horaires et les conditions de réalisation des contrôles gazométriques.

b. *Mesure de la PCO<sub>2</sub> transcutanée nocturne sous VNI*

La fiabilité de la mesure de la PCO<sub>2</sub> transcutanée (PtCO<sub>2</sub>) est aujourd'hui satisfaisante et la concordance entre PaCO<sub>2</sub> et PtCO<sub>2</sub> est actuellement satisfaisante tant sous VNI que lors des examens natifs (sous-estime ou surestime l'hypoventilation réelle d'environ 1 kPA/7,5 mmHg selon les appareils (Aarrestad S et al. Respir Med 2016) sous réserve d'avoir au moins une gazométrie comparative. La fiabilité de la mesure reste toutefois dépendante de l'expertise et de la formation du personnel : mise en place du capnographe correcte au domicile ou en milieu hospitalier, maintenance des appareils et élimination des valeurs aberrantes. L'analyse concomitante du signal de SpO<sub>2</sub> est nécessaire et permet de suspecter des valeurs aberrantes.

Cet examen est proposé en première intention s'il est disponible chez des patients pour lesquels la mesure de PaCO<sub>2</sub> artérielle est difficile (nourrissons, enfants...), chez l'enfant PtCO<sub>2</sub> > 50mmHg pendant plus de 25% TST (AASM 2012)

Les dernières recommandations internationales de scoring des événements respiratoires durant le sommeil valide l'utilisation de la Pt CO<sub>2</sub> pour le diagnostic de l'hypoventilation alvéolaire nocturne définie par une PtCO<sub>2</sub> > 55 mmHg durant ≥ 10 minutes ou > 50 mm d'Hg durant ≥ 10 minutes en cas de majoration ≥ 10 mmHg par rapport à la PaCO<sub>2</sub> diurne (Berry RB et al. J clin Sleep Med 2012).

La PTCO<sub>2</sub> nocturne permet de dépister une hypoventilation nocturne quand la gazométrie artérielle et l'oxymétrie nocturne sont normales dans 30% des cas chez les malades atteints de maladies neuromusculaires ou atteinte de la cage thoracique (Georges, M. Respirology. 2016 ; Aarrestad S et al. Respir Med 2016).

Sous ventilation mécanique au long cours, la PtCO<sub>2</sub> permet de suivre efficacement l'évolution d'hypoventilation au cours du temps (Storre JH, *Respir Med.* 2011).

La persistance de valeurs élevées de PaCO<sub>2</sub> nocturne sous VNI, mesurées par capnographie transcutanée a récemment été confirmée comme valeur pronostique. En effet, Ognà et coll. (Ognà et al. Front Med 2016) ont montré qu'une hypoventilation résiduelle (mais définie par une PtCO<sub>2</sub> >49 mmHg durant ≥10% du temps total d'enregistrement ou Pic TePCO<sub>2</sub> > 55 mmHg) chez des patients neuro musculaires ventilés était associée à des hospitalisations plus fréquentes.

c. *Oxymétrie nocturne*

L'oxymétrie nocturne peut être un signal indirect du contrôle de l'hypoventilation. Par exemple, il a été démontré, chez des patients atteints de SLA, que la capacité de la VNI à corriger les désaturations nocturnes est un facteur pronostique indépendant (Gonzalez-Bermejo J, Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener. 2013). Sa principale faiblesse est son absence de spécificité puisqu'une désaturation peut aussi bien être le témoin d'événements respiratoires (obstructifs ou centraux) survenant sous VNI, de fuites au niveau de l'interface ou encore d'une hypoventilation résiduelle.

Il existe de nombreux critères de désaturation faisant suspecter une hypoventilation alvéolaire

**-Pics de désaturations de 3%, de 4%**

- **temps passé en dessous de 90% >5% du temps.** Dans la SLA, Georges M et coll ont démontré qu'une cause fréquente de désaturation nocturne significative (≥5% temps passé <90% de SpO<sub>2</sub>) est l'obstruction des voies aériennes sous VNI (Georges M., J Neurol Neurosurg Psychiatry 2016).

Mais à ce jour, la seule étude proposant un critère sous VNI est celle de Gonzalez-Bermejo et coll. (Gonzalez-Bermejo, ALSjournal 2013) qui montre une survie moindre pour les malades présentant une SpO<sub>2</sub> sous VNI en dessous de 90% plus de 5% de la nuit.

- **Temps passé en dessous de 90% 305% du temps.** Dans la BPCO, en 1990, Valensi et coll. (Valensi. Lung 1990) montrent une survie moins bonne chez les malades atteints de BPCO qui passent plus de 30% de la nuit en dessous de 90% de SpO<sub>2</sub> en ventilation spontanée.

- **SpO<sub>2</sub> moyenne <93%.** Dans la Sclérose latérale amyotrophique, Velasco et coll. (Velasco, Rev neuro. 2002) mettent en évidence qu'une saturation nocturne moyenne de 93% en ventilation spontanée est une valeur seuil en dessous de laquelle la survie est significativement diminuée.

- **15 désaturations (>4%/h).** Pinto et al. (Pinto, ALS journal, 2003) ont objectivé un bénéfice de la VNI dans la SLA sur la survie alors que ce traitement était initié sur le seul argument de 15 désaturations nocturnes d'au moins 4%/h en ventilation spontanée.

**SPO<sub>2</sub> minimale.** La SpO<sub>2</sub> minimale est d'utilité peu claire, car en dessous de 80%, la précision de la SpO<sub>2</sub> chute fortement. Fernandez R et coll ont démontré la grande variabilité d'informations venant des divers oxymètres utilisés en

ambulatoire et que la SpO<sub>2</sub> moyenne était le paramètre souffrant le moins de variabilité inter et intra-individuelle (Fernandez R et coll. Respiration 2011).

La sensibilité de l'oxymétrie seule pour détecter une hypoventilation sous VNI est souvent insuffisante même si des critères stricts sont appliqués à l'analyse du tracé (SpO<sub>2</sub> < 92% pendant 10% du temps d'enregistrement (Nardi J, Respir Care. 2012) ou SpO<sub>2</sub> < 95% pendant 30% du temps d'enregistrement (Paiva R, Intensive Care Med. 2009 Jun).

#### d. Index d'apnées/hypopnées.

Il est conseillé de cibler un index d'événements obstructifs (IEO) < 10/h pour juger d'un contrôle approprié des événements obstructifs nocturnes. Pour des valeurs d'IEO < à 10/h, la concordance entre l'IEO obtenu en polysomnographie sous ventilation non-invasive et les données issues des logiciels des ventilateurs est acceptable, au moins sur certains ventilateurs (Georges M, Respir Care. 2015)

D'autres méthodes permettent de vérifier l'absence d'événements obstructifs : l'absence de pic de désaturations ou d'oscillations de la courbe de saturation nocturne, en l'absence d'oxygénothérapie surajoutée ; l'analyse des courbes de débit du logiciel machine ; une polygraphie ventilatoire sous VNI.

Il convient enfin de ne pas oublier que certaines interfaces, comme le masque facial, peuvent favoriser la survenue d'événements obstructifs, par recul de la mâchoire inférieure. (Vrijsen B, J Clin Sleep Med. 2014, Schellhas V. Sleep Breath 2018)

## **Conseil n°8. La tolérance du malade vis-à-vis de sa VNI, considérée comme une perception satisfaisante de son utilisation est influencée par divers paramètres à vérifier :**

- 1. La qualité de sommeil sous VNI et**
- 2. l'absence d'inconfort lié à la VNI et**
- 3. la présence d'une symptomatologie préexistante améliorée par la VNI et/ou la perception d'amélioration sous VNI**

Il convient de préserver la qualité de sommeil du patient, voire de l'améliorer, tout en sachant que la qualité du sommeil, dégradée le plus souvent par l'insuffisance respiratoire elle-même, peut aussi être perturbée par la ventilation (ex. : fuites non intentionnelles...).

L'absence d'inconfort sera jugée sur

a. Une bonne tolérance du masque. Le choix de l'interface est crucial pour assurer le succès de la VNI.

Les problèmes à rechercher sont :

- 1) Douleur, lésions cutanées, voire escarre nasale au niveau des points de pression du masque
- 2) Érythème, rash acnéiforme, réaction allergique au latex, à la silicone, ou au désinfectant/savon utilisés pour l'entretien du masque.
- 3) Claustrophobie, sensation d'étouffement

b. Une bonne tolérance à la pression et/ou au débit d'air. L'aide inspiratoire nécessaire à l'obtention d'une ventilation efficace (cf. ci-dessus) peut engendrer également des effets indésirables qui sont à rechercher. Ces effets sont le plus souvent secondaires aux fuites non intentionnelles et comprennent :

- 1) Sécheresse des muqueuses naso-buccales
- 2) Rhinite
- 3) Distension gastrique

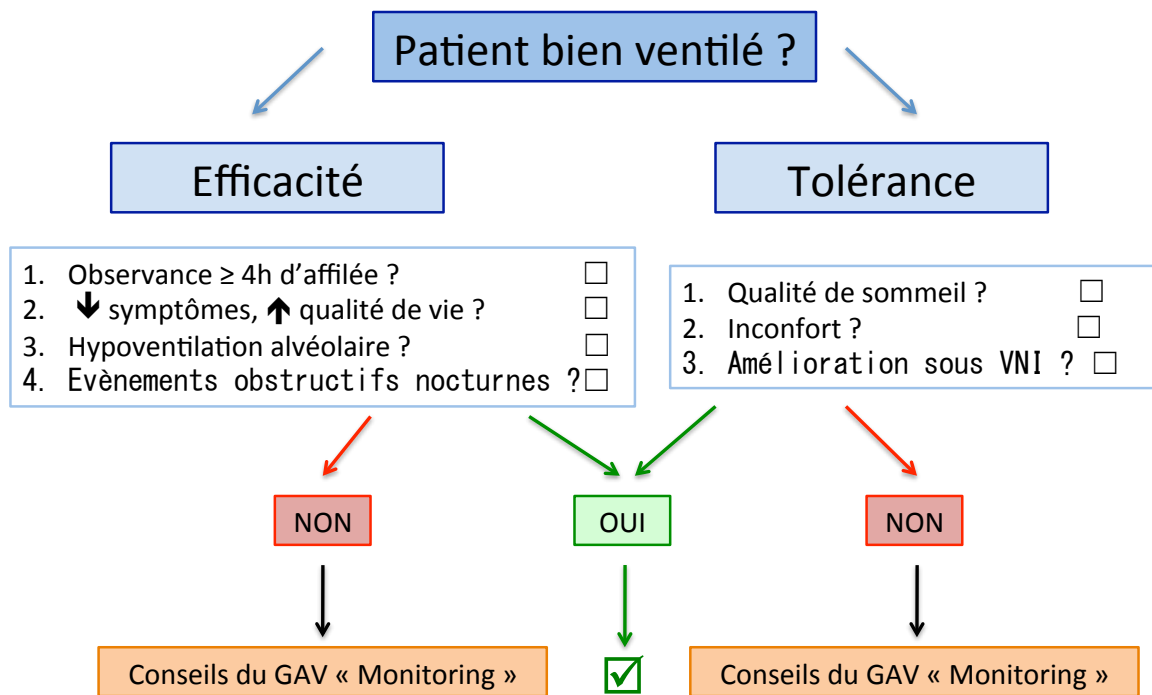


- 4) Irritation oculaire
- 5) Altération de la qualité du sommeil

Dans tous ces cas, des fuites sont à rechercher (en particulier à l'aide des logiciels de monitoring couplés aux ventilateurs, car il s'agit généralement de la première cause d'incapacité de la VNI à maintenir une ventilation correcte (jusque 50% des causes (Gonzalez-Bermejo J. et al. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener.* 2013)

Comme pour d'autres traitements la présence de symptômes et surtout la perception d'amélioration sous VNI sont des facteurs associés à une meilleure acceptation du traitement.

**Figure 1 : Proposition de Check List pour juger si un malade est bien ventilé**



**Conseil n°9 : Il ne faut pas laisser un patient sous VNI avec un bilan minimum anormal sans investigations complémentaires.**

**Bilan minimal 1 : Il est conseillé en cas de malade mal ventilé, en complément de l'évaluation clinique et de la mesure de le PaCO<sub>2</sub> diurne, d'utiliser les données du logiciel machine (avec oxymétrie)**

**Bilan minimal 2 : Il est proposé de réaliser une capnie transcutanée nocturne et/ou un dosage sanguin de la réserve alcaline.**

Il est retrouvé que 50% des malades sont mal ventilés à domicile (Gonzalez-Bermejo ALS Journal 2013 ; Rabec ERJ 2009). La majorité de ces malades sont mal ventilés à cause de fuites, or la mesure des fuites a été montrée comme fiable avec les logiciels des machines (Rabec, ERJ 2009). Les autres mesures des logiciels méritent une vigilance, car les valeurs estimées ne sont pas toujours fiables (Contal Chest 2011) et très dépendantes des événements rencontrés par le ventilateur (fuites, obstructions ou asynchronismes avec le malade)

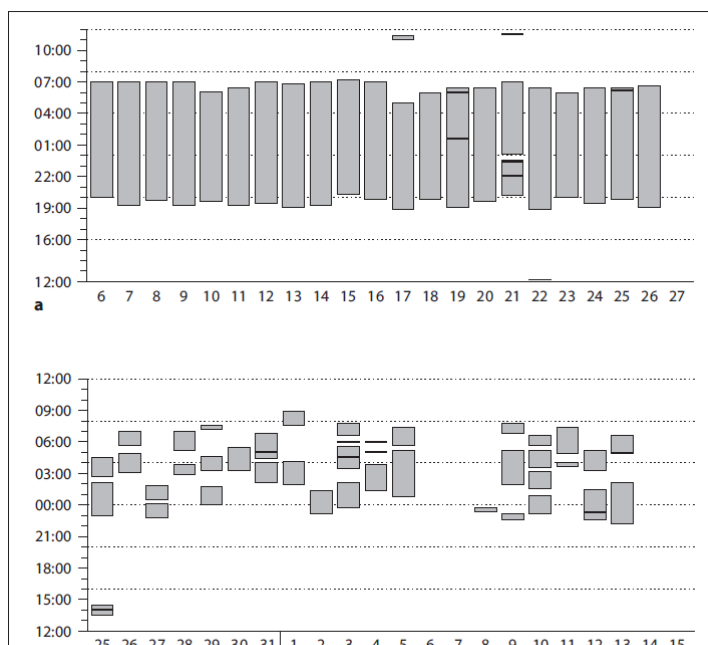
## 2 conseils pour interpréter les données issues des logiciels des ventilateurs de domicile

**Conseil n°10 : L'analyse des données logicielles (fuites, désaturations, débits, pressions, etc.) doit toujours être effectuée en disposant des informations cliniques (symptômes d'hypoventilation, confort et qualité du sommeil sous ventilation), de la gazométrie artérielle, des réglages du ventilateur (modes, PIP, PEP, fréquence, triggers), du type d'interface (nasal, facial ou autres) et du débit d'oxygène additionnel.**

**Conseil n°11 les données logicielles des ventilateurs sont lues et interprétées selon un plan progressif utilisant dans un premier temps le(s) tracé(s) condensé(s) sur 8h, une analyse cycle à cycle (plages de 1 à 5 min) puis le tableau de valeurs moyennes et médianes.**

### **Étape 1 : Identifier le profil d'observance du patient.**

- Une utilisation cliniquement pertinente est au minimum de 5h/nuit.
- La présence d'interruptions itératives du ventilateur au cours de la nuit (cf. figure ci-dessous) doit faire rechercher un facteur d'inconfort (fuites, diurétiques, douleurs, paramétrage du ventilateur...)
- Une augmentation de l'utilisation du ventilateur sur une brève période (quelques jours) peut indiquer une



instabilité cardiaque et/ou respiratoire

**Étape 2 : Analyser les courbes débit/pression à la recherche de fuites**

- a. Il n'est pas toujours aisé de connaître le type de fuites indiquées par le logiciel : fuites moyennées sur la durée d'un ou plusieurs cycles ? Fuites totales mesurées en temps réel ? (Fuites inspiratoires ? Fuites expiratoires ? fuites mesurées à la PEP ?).
- b. Il faut identifier les fuites sur plusieurs nuits d'enregistrement.
- c. Il n'existe pas de valeur seuil de fuites « acceptables<sup>1</sup> », mais sur banc il a été démontré que les machines modernes gardent la capacité à pressuriser et surtout une synchronisation avec le malade au-dessus de 30l/mn et parfois jusqu'à 50l/mn (fuites totales) (Zhu K, BMC pulmonary medicine 2017)
- d. Les fuites sont dites « majeures » si elles s'accompagnent de symptômes (perception et altération de la qualité du sommeil), et/ou de désaturations, et/ou d'un passage à la fréquence de sécurité et/ou d'un maintien insuffisant de la pression pré réglée, et/ou d'une chute concomitante des  $V_T$ .
- e. La présence de fuites « majeures » impose de les corriger d'abord, avant d'aller plus loin dans l'interprétation ou dans de nouvelles investigations.
- f. Si la fuite est mineure, il faut quand même regarder les courbes de débit et de pression à la recherche d'asynchronies patient/ventilateur
- g. Il est nécessaire de différencier des fuites occasionnelles corrigées par le repositionnement du masque et les fuites plus continues

**Étape 3 : analyser les courbes débit/pression à la recherche d'évènements obstructifs**

**Étape 4 : En l'absence de fuites et d'obstructions, analyser les courbes débit/pression à la recherche d'asynchronies patient/ventilateur**

**Étape 4 : Le tableau des données quantitatives est analysé sur la base d'une seule nuit : fréquence respiratoire, pression inspiratoire, pression expiratoire, volume courant, volume-minute, pourcentage de cycles déclenchés et cyclés par le patient (moyennes, médianes et 95<sup>ème</sup> percentiles), index d'apnées, d'hypopnées et d'apnées/hypopnées.**

- a. On tiendra compte des réserves émises concernant le  $V_T$  (Contal Chest, 2011)
- b. Le pourcentage de cycles déclenchés par le patient reste un paramètre dont l'utilisation est sujette à caution. En effet, l'absence de déclenchement par le patient peut signifier que le patient se laisse « capturer » par son ventilateur, ou que le ventilateur ne perçoit pas les efforts inspiratoires du patient (par ex. : en raison de fuites, ou d'une PEP intrinsèque élevée). Un taux élevé de cycles déclenchés par le patient est a priori un indice de bonne synchronisation : la persistance d'efforts inspiratoires non récompensés reste possible (cette hypothèse peut être étayée le plus aisément par une polygraphie respiratoire)
- c. La contribution du pourcentage de cycles respiratoires « cyclés » par le patient a été peu étudiée. Un pourcentage élevé suggère une bonne synchronisation patient-ventilateur « intracycle », et donc l'absence de cyclage tardif, source de piégeage dynamique et d'inconfort, ou de cyclage précoce.
- d. Les logiciels des ventilateurs de domicile fournissent le plus souvent un index d'apnées, d'hypopnées et d'apnées/hypopnées. La définition des évènements respiratoires (apnées, hypopnées) varie d'un fabricant à l'autre et d'une génération d'appareil à l'autre. Un travail récent (Georges M et coll, Respir Care, 2015)

<sup>1</sup> Plusieurs fabricants proposent – sur les données logicielles - la valeur de 24L/min comme valeur seuil pour des fuites « acceptables ». Cette valeur est uniquement indicative et bien en dessous de ce que les turbines des ventilateurs actuellement sur le marché peuvent compenser.

suggère, pour un ventilateur, chez des sujets obèses, une bonne concordance entre données mémorisées par le ventilateur et mesures polysomnographiques simultanées (événements obstructifs et centraux confondus). Ces données doivent toutefois être confirmées à plus large échelle. Dans ce travail, une valeur seuil d'IAH de 10/heure permet de classer avec une bonne sensibilité et spécificité les sujets ayant ou n'ayant pas un contrôle adéquat des événements désaturants sous VNI.

### **3 conseils pour utiliser l'oxygénothérapie à haut débit humidifiée à domicile**

#### **Conseil n°12 : la seule indication prouvée de l'oxygénothérapie à haut débit est l'insuffisance respiratoire hypoxémique aiguë en hospitalisation en réanimation ou en soins intensifs**

En réanimation, l'oxygénothérapie à haut débit permet de diminuer le risque d'intubation chez les patients ayant une détresse respiratoire aiguë avec un rapport  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  inférieur à 200 (Frat J-P, N Engl J Med 2015). Ce bénéfice n'est pas retrouvé chez les patients immunodéprimés (Azoulay E. JAMA 2018). L'oxygénothérapie à haut débit peut également être proposée au cours des bronchoscopies (La Combe B. ERJ 2016).

Chez les patients ayant une insuffisance respiratoire hypercapnique, le bénéfice de l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit n'a pas été démontré (Doshi P. Ann Emerg Med 2018) notamment comparativement à la ventilation non invasive.

Ainsi, la seule indication éprouvée de l'oxygénothérapie à haut débit est l'insuffisance respiratoire hypoxémique aiguë. L'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit en service de pneumologie traditionnel, hors de tout contexte palliatif, n'est pas soutenue à ce jour par des travaux scientifiques publiés.

#### **Conseil n°13 : Le haut-débit nasal ne constitue pas une modalité d'assistance ventilatoire. Il peut être utilisé avec ou sans $\text{O}_2$ additionnel. Les indications d'utilisation chronique à domicile ne sont pas établies.**

#### **Conseil n°14 : Au domicile, l'oxygénothérapie à haut débit peut être proposée en situation palliative chez les patients ayant une hypoxémie très sévère et atteints de pathologies respiratoires hypoxémiantes sévères terminales, afin de favoriser un retour à domicile et diminuer la dyspnée. Devant des résultats physiologiques prometteurs, d'autres indications dans la BPCO, sont en cours d'évaluation.**

Dans une perspective d'utilisation à domicile, l'oxygénothérapie à haut débit a des bénéfices physiologiques démontrés sur la diminution du travail respiratoire des patients BPCO (Pisani et al, Thorax, 2017), une augmentation de la capacité respiratoire fonctionnelle (Parke et al, Respiratory Care, 2015), le lavage de l'espace mort (Moller JAP 1985) Ces effets sont proportionnels au débit d'air utilisé. L'utilisation de systèmes d'humidification chauffant dans les systèmes d'oxygénothérapie à haut débit permet de conserver l'activité ciliaire (Kilgour et al, Intensive Care Med ; 2004). Cet effet est proportionnel au degré d'humidification et à la température de chauffe. Ainsi, dans le cadre d'une utilisation potentielle à domicile, l'obtention d'une haute fraction inspirée d'oxygène apparaît comme un apport mineur.

Chez les patients ayant une BPCO en état stable, le niveau de preuve de l'utilisation de l'oxygénothérapie à haut débit en lieu et place d'une oxygénothérapie conventionnelle est faible. Cependant, les résultats de la première étude contrôlée randomisée sont en faveur d'une certaine efficacité (Storgaard LH, Int. J. Of COPD 2018)

L'oxygénothérapie à haut débit peut être proposée dans le cadre d'une prise en charge palliative pour soulager la dyspnée avec une efficacité comparable à celle de la VNI (Hui D, J Pain Symptom Manage 2013). Elle peut également être proposée chez les patients ayant une hypoxémie très sévère et atteints de fibrose (Koyachi T. Respiration 2018) ou d'autres pathologies respiratoires hypoxémiantes terminales. Dans ce contexte, elle permet alors un retour à domicile dans le cadre de la fin de vie.

L'utilisation de l'OHD dans d'autres contextes cliniques (Cirio, Respir Med 2016) ou d'autres situations d'insuffisance respiratoire chronique doivent faire l'objet de travaux de recherche complémentaires

Ainsi, bien que les effets physiologiques soient liés au haut débit, l'oxygénothérapie à haut débit ne peut être prescrite sans une adjonction d'oxygène au dispositif. Son utilisation à domicile peut être discutée au cas par cas et sera à confronter aux prochaines études cliniques.

### **3 conseils sur la télésurveillance de la VNI à domicile**

**Conseil n°15 : Il n'existe actuellement pas de preuve évidente de l'intérêt de la télésurveillance des patients sous VNI. Les expérimentations ETAPES sont en cours. Le groupe GAVO2 regrette la complexité de mise en place pratique de ce type de programme (conventions, ordonnances multiples, etc.), mais suggère de mettre en œuvre ce programme pour évaluer son intérêt.**

Les expériences de télésuivi chez les patients insuffisants respiratoires traités par ventilation non invasive à domicile ont montré des résultats discordants. La plupart de ces études, réalisées chez les patients BPCO, utilisaient des objets connectés au domicile du patient tel que des oxymètres de pouls, des spiromètres ou des recueils de symptômes. Ces études n'ont pas permis de démontrer une diminution des hospitalisations ou des exacerbations (Ancochea, Kessler, Vianello, Chatwin, Walker).

Les articles qui font référence en matière de ventilation non invasive chez le patient atteint de BPCO (Köhnlein, Murphy) ou de syndrome obésité hypoventilation (SOH) (Masa, Corral, Masa) ne mentionnent pas le niveau de fuite et l'index apnée hypopnée (IAH) sous ventilateur. Pourtant, chez les patients atteints de maladie neuromusculaire, l'amélioration des fuites et de l'IAH a montré une amélioration de la survie (Gonzalez-Bermejo, Morelot-Panzini). Aucune étude prospective n'a été réalisée en utilisant uniquement les données transmises par les ventilateurs de domicile.

En France, l'expérimentation nationale ETAPES (Expérimentations de Télémédecine pour l'Amélioration des Parcours En Santé) de télésurveillance pour les patients insuffisants respiratoires chroniques propose un télésuivi des données ventilateur associé à un accompagnement thérapeutique et une télésurveillance médicale.

**Conseil n°16 : Si la télésurveillance est mise en place, le GAVO2 suggère de télésurveiller l'observance quotidienne des patients, les fuites et l'index d'apnées-hypopnées ; dans une moindre mesure la fréquence respiratoire et le % de cycles déclenchés. Le clinicien doit définir les algorithmes de suivi qu'il souhaite réaliser en partenariat avec ses prestataires.**

Les fuites non intentionnelles excessives constituent le problème technique le plus fréquemment rencontré lors d'une ventilation non invasive (VNI) (Rabec, Gonzalez, Gonzalez-Bermejo).

Les fuites non intentionnelles excessives diminuent l'efficacité de la ventilation (Gonzalez), perturbent la qualité de sommeil (augmentation des microéveils, diminution du sommeil paradoxal) (Teschler, Meyer, Crescimanno), génèrent des asynchronies (Sogo, Zhu, Louis, Vignaux) et diminuent l'observance. La correction des fuites entraîne une amélioration de l'efficacité de la VNI (Gonzalez).

Mansell a montré une tendance à l'amélioration des fuites avec le télésuivi, le pourcentage de patients avec une fuite excessive (définie comme telle par le fabricant) passant de 12 à 4%.

Un index apnée hypopnée élevé est associé à un pronostic péjoratif chez les patients traités par VNI pour une maladie neuromusculaire (Georges). Les événements respiratoires obstructifs survenant sous VNI sont responsables d'une fragmentation du sommeil et une moindre efficacité (Vrijsen, Georges). Enfin, l'apparition d'événements respiratoires détectés par la télésurveillance peut révéler une insuffisance cardiaque (Palot).

En attendant l'évaluation de cette expérimentation ETAPES qui le confirmera ou non, il est raisonnable de penser que peu de fuites et peu d'événements respiratoires sous ventilateur participent à une meilleure efficacité thérapeutique. Le télésuivi de l'observance pose des problèmes spécifiques qui ont été développés dans les chapitres précédents. Il faudra sans doute différencier spécifiquement pour l'observance une phase d'adaptation d'une phase de suivi au long cours.



Les exacerbations respiratoires sont associées à une augmentation de la fréquence respiratoire et du pourcentage de cycles spontanés. Les logiciels des ventilateurs sont capables de détecter ces variations avec une bonne spécificité, mais une sensibilité insuffisante. Des études sont nécessaires pour définir des seuils d’alerte et un algorithme performants.

**Conseil n°17** : Il est conseillé de s’inspirer des algorithmes de surveillance proposés par le GAVO2

<http://splf.fr/groupe-de-travail/gavo2/documents-et-liens/algorithme> de gestion des fuites et IAH sous VNI

## COMMENT CES CONSEILS ONT ÉTÉ CRÉÉS ?

Ce document a été créé par le groupe de travail sur les appareillages de ventilation et d'oxygène de la SPLF, **le groupe GAVO2**

chaque année depuis 2015, une enquête auprès des membres du GAVO2 et des membres de la liste de diffusion du GAVO2 est faite par voie électronique. Des thématiques et des problématiques de la VNI de domicile sont proposées et soumises à un vote. Un ou 2 thèmes sont ensuite retenus, puis débattus par un groupe d'experts, membres du GAVO2, réuni physiquement au mois de novembre (autour d'une spécialité locale d'un des experts = « Club du GAVO2 »). Des conseils sont finalement proposés. Ils sont ensuite rédigés par un responsable, puis relus, débattus et finalisés par échanges électroniques. Ils sont alors envoyés aux membres du GAVO2 tous les mois de février, ouverts ensuite au public 6 mois plus tard. Tous les ans, pendant la réunion de novembre, les conseils sont mis à jour avec les nouvelles données connues des experts.

Il ne s'agit pas de recommandations, mais simplement de conseils de bonnes pratiques émis par des pneumologues expérimentés sur le sujet. Ce concept a été librement inspiré de la méthode nord-américaine "choosing wisely", tout en étant plus pragmatique. Le concept de Choosing Wisely est actuellement développé en France sous le concept de « pertinence des soins ».

Les experts autour d'un kouign amann ayant participé à la rédaction des conseils 2015-2016 étaient :

Valérie Attali, Christine Cheval, Antoine Cuvelier, Sandrine Jaffre, Jean Paul Janssens, Jésus Gonzalez-Bermejo, Magalie Mercy, Arnaud Prigent, Claudio Rabec, Sylvie Rouault, Said Talbi et Sandra Van den Broecke.

Les experts autour de spéculoos et de cannelés ayant participé à la rédaction des conseils 2016-2017 étaient

Dan Adler, Valérie Attali, Christine Cheval, Antoine Cuvelier, Sandrine Jaffre, Jésus Gonzalez-Bermejo, Claudia LLontop, Magalie Mercy, Arnaud Prigent, Claudio Rabec, Sylvie Rouault, Sandra Van den Broecke et Philippe Wibart

Les experts autour de macarons ayant participé à la rédaction des conseils 2017-2018 étaient

Valérie Attali, Sandrine Jaffre, Jésus Gonzalez-Bermejo, Magalie Mercy, Capucine Morelot-Panzini, Sandrine Pontier-Marchandise, Arnaud Prigent, Claudio Rabec, Sylvie Rouault, Sandra Van den Broecke et Philippe Wibart

Les experts autour d'un merveilleux ayant participé à la rédaction des conseils 2018-2019 étaient

Marion Dupuis, Sandrine Jaffre, Jésus Gonzalez-Bermejo, Capucine Morelot-Panzini, Maxime Patout, Sandrine Pontier-Marchandise, Arnaud Prigent, Claudio Rabec, , Sandra Van den Broecke et Philippe Wibart

Les experts autour d'une tarte à la mirabelle ayant participé à la rédaction des conseils 2019-2020 étaient

Marion Dupuis, Sandrine Jaffre, Jésus Gonzalez-Bermejo, Magalie Mercy, Capucine Morelot-Panzini, Maxime Patout, Sandrine Pontier-Marchandise, Arnaud Prigent, Sylvie Rouault, Julien Soler, Sandra Van den Broecke et Philippe Wibart,

Les experts autour de Nougat de Touraine et de crêtes bretonnes ayant participé à la rédaction des conseils 2020-2021 étaient :

Jean Christian Borel, Isabelle Dupont-Guéhenneuc, Marion Dupuis, Louise Duthoit, Lucie Jacquin, Sandrine Jaffre, Jésus Gonzalez-Bermejo, Romuald Luque, Alexis Mendoza, Magalie Mercy, Capucine Morelot-Panzini, Maxime Patout, Sandrine Pontier-Marchandise, Arnaud Prigent, Claudio Rabec, Julien Soler, Said Talbi, Sandra Vandebroeccke et Philippe Wibart,

Les groupes de travail de la SPLF

# Groupe assistance ventilatoire & oxygène

*Groupe GAV02*





## **BIBLIOGRAPHIE**

### **Conseil n°1. Toute mise en place de ventilation non invasive doit être débutée en journée par une équipe médicale et paramédicale formée et entraînée.**

- Vrijsen B, Buyse B, Belge C, Vanpee G, Van Damme P, Testelmans D. Randomized cross-over trial of ventilator modes during non-invasive ventilation titration in amyotrophic lateral sclerosis. *Respirology*. 2017 Aug;22(6):1212-1218
- Schellhas V, Glatz C, Beecken I, Okegwo A, Heidbreder A, Young P, Boentert M. Upper airway obstruction induced by non-invasive ventilation using an oronasal interface. *Sleep Breath*. 2018 Sep;22(3):781-788.
- De Mattia E, Falcier E, Lizio A, Lunetta C, Sansone VA, Barbarito N, Garabelli B, Iatomasi M, Roma E, Rao F, Carlucci A. Passive Versus Active Circuit During Invasive Mechanical Ventilation in Subjects With Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Respir Care*. 2018 Sep;63(9):1132-1138. doi: 10.4187/respcare.05866. Epub 2018 May
- Duiverman
- Thys *et al.* (ERJ 2002)

### **Conseil n°2 : Le mode de ventilation conseillé en ventilation non invasive au long cours est le mode barométrique en mode semi-contrôlé.**

- Contal O, Adler D, Borel JC, Espa F, Perrig S, Rodenstein D, Pépin JL, Janssens JP. Impact of different backup respiratory rates on the efficacy of noninvasive positive pressure ventilation in obesity hypoventilation syndrome: a randomized trial. *Chest*. 2013 Jan;143(1):37-46.
- Vrijsen B, Buyse B, Belge C, Vanpee G, Van Damme P, Testelmans D. Randomized cross-over trial of ventilator modes during non-invasive ventilation titration in amyotrophic lateral sclerosis. *Respirology*. 2017 Aug;22(6):1212-1218.

### **Conseil n°3 : Les réglages initiaux sont adaptés à chaque malade et sont fonction de l'atteinte respiratoire prédominante responsable de l'hypoventilation alvéolaire. (Cf tableau)**

- Contal O, Adler D, Borel JC, Espa F, Perrig S, Rodenstein D, Pépin JL, Janssens JP. Impact of different backup respiratory rates on the efficacy of noninvasive positive pressure ventilation in obesity hypoventilation syndrome: a randomized trial. *Chest*. 2013 Jan;143(1):37-46
- Georges M, Attali V, Golmard JL, Morélot-Panzini C, Crevier-Buchman, Collet JM, Tintignac A, Morawiec E, Trosini-Desert V, Salachas F, Similoski T. Reduced survival in patients with ALS with upper airway obstructive events on non invasive ventilation. *J Neuro Neurosurg Psychiatry*. 2016 Oct ;87(10) :1045-50.
- Köhnlein T, Windisch W, Köhler D et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentric, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med*. 2014 Sep;2(9):698-705.
- Masa JF, Corral J, Caballero C, Barrot E, Terán-Santos J, Alonso-Álvarez ML, et al. Non-invasive ventilation in obesity hypoventilation syndrome without severe obstructive sleep apnoea. *Thorax*. 2016 Sep 13;71(10):899-906.
- Murphy PB, Davidson C, Hind MD, Simonds A, Williams AJ, Hopkinson NS, et al. Volume targeted versus pressure support non-invasive ventilation in patients with super obesity and chronic respiratory failure: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2012 Jul 18;67(8):727-34
- Storre JH, Seuthe B, Fiechter R, Milioglou S, Dreher M, Sorichter S, Windisch W. Average volume-assured pressure support in obesity hypoventilation: A randomized crossover trial. *Chest*. 2006 Sep;130(3):815-21
- Struik FM, Sprooten RT, Kerstjens HA, Bladder G, Zijnen M, Asin J, Cobben NA, Vonk JM, Wijkstra PJ. *Thorax*. 2014 Sep;69(9):826-34.
- Murphy PB, Rehal S, Arbane G, Bourke S, Calverley PMA, Crook AM, Dowson L, Duffy N, Gibson GJ, Hughes PD, Hurst JR, Lewis KE, Mukherjee R, Nickol A, Oscroft N, Patout M, Pepperell J, Smith I, Stradling JR, Wedzicha JA, Polkey MI, Elliott MW, Hart N. Effect of Home Noninvasive Ventilation With Oxygen Therapy vs Oxygen Therapy Alone on Hospital Readmission or Death After an Acute **COPD** Exacerbation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2017 Jun 6;317(21):2177-2186.

**Conseil n°4 : Pendant la période initiale d'adaptation il sera proposé de poser au patient 3 questions cliniques pour permettre d'affiner au mieux les réglages**

Pas de référence.

**Conseil 5 : L'adaptation des réglages doit être à la fois continue et lentement progressive.**

Pas de référence.

**Conseil n°6 : Les réglages avec une adaptation automatique des pressions (dit « hybrides » ou « à VT cible ») ne doivent pas être utilisés en première intention**

- Carlucci A, Schreiber A, Mattei A, Malovini A, Bellinati J, Ceriana P, et al. The configuration of bi-level ventilator circuits may affect compensation for non-intentional leaks during volume-targeted ventilation. *Intensive Care Med.* 2012 Sep 28;39(1):59–65.
- Janssens J-P, Metzger M, Sforza E. Impact of volume targeting on efficacy of bi-level non-invasive ventilation and sleep in obesity-hypoventilation. *Respir Med.* 2009 Feb;103(2):165–72.
- McArdle N, Rea C, King S, Maddison K, Ramanan D, Ketheeswaran S, Erikli L, Baker V, Armitstead J, Richards G, Singh B, Hillman D, Eastwood P. Treating Chronic Hypoventilation With Automatic Adjustable Versus Fixed EPAP Intelligent Volume-Assured Positive Airway Pressure Support (iVAPS): A RandomizeControllTrial. *Sleep.* 2017 Oct 1;40(10)
- Murphy PB, Davidson C, Hind MD, Simonds A, Williams AJ, Hopkinson NS, Moxham J, Polkey M, Hart N: Volume targeted versus pressure support non-invasive ventilation in patients with super obesity and chronic respiratory failure: a randomised controlled trial. *Thorax*; 67:727-734.
- Storre JH, Seuthe B, Fiechter R, Milioglou S, Dreher M, Sorichter S, Windisch W. Average volume-assured pressure support in obesity hypoventilation: A randomized crossover trial. *Chest.* 2006 Sep;130(3):815-21
- Lujan M 2015

**Conseil n°7 : Un malade « bien ventilé » est un malade pour lequel il existe un équilibre optimal, une adéquation entre l'efficacité clinique de la ventilation non invasive (VNI) et la tolérance du malade vis-à-vis de sa VNI.**

- **Il ne s'agit donc pas uniquement de corriger les gaz du sang.**
- **L'efficacité est jugée sur i. l'observance, ii. L'amélioration des symptômes du malade sans dégradation de sa qualité de vie ; iii. L'amélioration ou la correction de l'hypoventilation ; iv. La disparition des évènements nocturnes.**

- Aarrestad S, Tollefsen E, Kleiven AL, Qvarfort M, Skjønberg OH. Validity of transcutaneous PCO2 in monitoring chronic hypoventilation treated with non-invasive ventilation. *Respir Med.* 2016
- Aboussouan LS, Khan SU, Meeker DP et al.. Effect of noninvasive positive-pressure ventilation on survival in amyotrophic lateral sclerosis. *Ann Intern Med.* 1997 Sep 15;127(6):450-3.
- Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ, Gozal D, Iber C, Kapur VK, Marcus CL, Mehra R, Parthasarathy S, Quan SF, Redline S, Strohl KP, Davidson Ward SL, Tangredi MM; American Academy of Sleep Medicine. Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. Deliberations of the Sleep Apnea Definitions Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med.* 2012 Oct 15;8(5):597-619.

- Borel JC, Pepin JL, Pison C et al. Long-term adherence with non-invasive ventilation improves prognosis in obese COPD patients. *Respirology*. 2014 Aug;19(6):857-65.
- Budweiser S, Jörres RA, Heinemann F et al. Prognostic factors for COPD patients with chronic hypercapnic respiratory failure and home ventilation. *Pneumologie*. 2009 Sep;63(9):484-91.
- Dupuis-Lozeron E, Gex G, Pasquina P, Bridevaux PO, Borel JC, Soccal PM, Windisch W, Pépin JL, Janssens JP, Adler D. Development and validation of a simple tool for the assessment of home noninvasive ventilation: the S(3)-NIV questionnaire. *Eur Respir J*. 2018 Nov 22;52(5)
- Georges M, Nguyen-Baranoff D, Griffon L, Foignot C, Bonniaud P, Camus P, Pepin JL, Rabec C. Usefulness of transcutaneous PCO<sub>2</sub> to assess nocturnal hypoventilation in restrictive lung disorders. *Respirology*. 2016
- Georges M, Adler D, Contal O et al. Reliability of Apnea-Hypopnea Index Measured by a Home Bi-Level Pressure Support Ventilator Versus a Polysomnographic Assessment. *Respir Care*. 2015 Jul;60(7):1051-6.
- Georges M, Attali V, Golmard JL, Morélot-Panzini C, Crevier-Buchman, Collet JM, Tintignac A, Morawiec E, Trosini-Desert V, Salachas F, Similoski T. Reduced survival in patients with ALS with upper airway obstructive events on non invasive ventilation. *J Neuro Neurosurg Psychiatry*. 2016 Oct ;87(10) :1045-50.
- Gonzalez-Bermejo J, Morelot-Panzini C, Arnol N, Meininger V, Kraoua S, Salachas F, Similowski T. Prognostic value of efficiently correcting nocturnal desaturations after one month of non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: a retrospective monocentre observational cohort study. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener*. 2013 Sep;14(5-6):373-9
- Köhnelein T, Windisch W, Köhler D et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med*. 2014 Sep;2(9):698-705.
- Levi-Valensi P, Aubry P, Rida Z. Nocturnal hypoxemia and long-term oxygen therapy in COPD patients with daytime PaO<sub>2</sub> 60-70 mmHg. *Lung*. 1990;168 Dec;104(12):1850-7.
- McEvoy RD, Pierce RJ, Hillman D et al., on behalf of the Australian trial of non- invasive Ventilation in Chronic Airflow Limitation (AVCAL) Study Group. Nocturnal non-invasive nasal ventilation in stable hypercapnic COPD: a randomised controlled trial. *Thorax* 2009;64:561–566.
- Nardi J, Prigent H, Adala A, Bohic M, Lebargy F, Quera-Salva MA, Orlikowski D, Lofaso F. Nocturnal oximetry and transcutaneous carbon dioxide in home-ventilated neuromuscular patients. *Respir Care*. 2012 Sep;57(9):1425-30.
- Ogna A, Nardi J, Prigent H, Quera Salva MA, Chaffaut C, Lamothe L, Chevret S, Annane D, Orlikowski D, Lofaso F. Prognostic Value of Initial Assessment of Residual Hypoventilation Using Nocturnal Capnography in Mechanically Ventilated Neuromuscular Patients: A 5-Year Follow-up Study. *Front Med (Lausanne)*. 2016 Sep 13;3:40
- Paiva R, Krivec U, Aubertin G, Cohen E, Clément A, Fauroux B. Carbon dioxide monitoring during long-term noninvasive respiratory support in children. *Intensive Care Med*. 2009 Jun;35(6):1068-74.
- Pinto A, de Carvalho M, Evangelista T, Lopes A, Sales-Luis L (2003). Nocturnal pulse oximetry : a new approach to establish the appropriate time for non-invasive ventilation in ALS patients. *ALS and other motor neuron disorders* 4 : 31-35.
- Schellhas V, Glatz C, Beecken I, Okegwo A, Heidbreder A, Young P, Boentert M. Upper airway obstruction induced by non-invasive ventilation using an oronasal interface. *Sleep Breath*. 2018 Sep;22(3):781-788
- Storre JH, Magnet FS, Dreher M et al. Transcutaneous monitoring as a replacement for arterial PCO(2) monitoring during nocturnal non-invasive ventilation. *Respir Med*. 2011 Jan;105(1):143-50.
- Struik FM(1), Lacasse Y(2), Goldstein RS(3), Kerstjens HA(4), Wijkstra PJ(4). Nocturnal noninvasive positive pressure ventilation in stable COPD: a systematic review and individual patient data meta-analysis *Respir Med*. 2014 Feb;108(2):329-37.
- Tsuboi T, Oga T, Machida K et al. PaCO<sub>2</sub> six months after the initiation of long-term non-invasive ventilation in patients with COPD. *Intern Med*. 2011;50(6):563-70.
- Tsuboi T, Ohi M, Oga T et al. Importance of the PaCO(2) from 3 to 6 months after initiation of long-term non-invasive ventilation. *Respir Med*. 2010 Dec;104(12):1850-7.
- Velasco R, Salachas F, Munerati E, Le Forestier N, Pradat PF, Lacomblez L, Orvoen Frija E, Meininger V (2002). Oxymétrie nocturne chez les patients atteints de sclérose latérale
- Vrijsen B, Buyse B, Belge C, Testelmans D. Upper airway obstruction during noninvasive ventilation induced by the use of an oronasal mask. *J Clin Sleep Med*. 2014 Sep 15;10(9):1033-5.

**Conseil n°8. La tolérance du malade vis-à-vis de sa ventilation non invasive, considérée comme une perception satisfaisante de son utilisation, est**

**influencée par divers paramètres tels que i. la qualité de sommeil sous VNI, ii. l'absence d'inconfort lié à la VNI, iii. la présence d'une symptomatologie passible d'être amélioré par la VNI et/ou la perception d'amélioration sous VNI**

- Gonzalez-Bermejo J, Morelot-Panzini C, Arnol N, Meininger V, Kraoua S, Salachas F, Similowski T. Prognostic value of efficiently correcting nocturnal desaturations after one month of non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: a retrospective monocentre observational cohort study. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener.* 2013 Sep;14(5-6):373-9

**Conseil n°9 : Il ne faut pas laisser un patient sous VNI avec un bilan minimum anormal sans investigations complémentaires.**

**Étape 1 : Il est conseillé en cas de malade mal ventilé, en complément de l'évaluation clinique et de la mesure de le PaCO<sub>2</sub> diurne, d'utiliser les données du logiciel machine (avec oxymétrie)**

**Étape 2 : Il est proposé de réaliser une capnie transcutanée nocturne et/ou un dosage sanguin de la réserve alcaline**

- Contal O, Vignaux L, Combescure C, Pepin JL, Jolliet P, Janssens JP: Monitoring of noninvasive ventilation by built-in software of home bilevel ventilators: a bench study. *Chest* 2011;141:469-476.
- Gonzalez-Bermejo J, Morelot-Panzini C, Arnol N, Meininger V, Kraoua S, Salachas F, Similowski T. Prognostic value of efficiently correcting nocturnal desaturations after one month of non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: a retrospective monocentre observational cohort study. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener.* 2013 Sep;14(5-6):373-9.
- Rabec C, Georges M, Kabeya NK, Baudouin N, Massin F, Reybet-Degat O, Camus P. Evaluating noninvasive ventilation using a monitoring system coupled to a ventilator: a bench-to-bedside study. *Eur Respir J.* 2009 Oct

- **Conseil n°10 : L'analyse des données logicielles (fuites, désaturations, débits, pressions, etc.) doit toujours être effectuée en disposant des informations cliniques (symptômes d'hypoventilation, confort et qualité du sommeil sous ventilation), de la gazométrie artérielle, des réglages du ventilateur (modes, PIP, PEP, fréquence, triggers), du type d'interface (nasal, facial ou autres) et du débit d'oxygène additionnel.**

Pas de référence

**Conseil n°11 Les données logicielles des ventilateurs sont lues et interprétées selon un plan progressif utilisant dans un premier temps le(s) tracé(s) condensé(s) sur 8h, une analyse cycle à cycle (plages de 1 à 5 min) puis le tableau de valeurs moyennes et médianes**

- Contal O, Vignaux L, Combesure C, Pepin JL, Jolliet P, Janssens JP: Monitoring of noninvasive ventilation by built-in software of home bilevel ventilators: a bench study. Chest 2011;141:469-476.
- A, Bellinati J, Ceriana P, Gregoretti C: The configuration of bi-level ventilator circuits may affect compensation for non-intentional leaks during volume-targeted ventilation. Intensive Care Med 2013;39:59-65
- Georges M, Adler D, Contal O, Espa F, Perrig S, Pépin JL, Janssens JP. Reliability of apnea-hypopnea index measured by a home bi-level pressure support ventilator versus a polysomnographic assessment. Respir Care. 2015 Jul;60(7):1051-6.
- Janssens JP, Metzger M, Sforza E. Impact of volume targeting on efficacy of bi-level non-invasive ventilation and sleep in obesity-hypoventilation..Respir Med. 2009 Feb;103(2):165-72. Epub 2008 Jun 24
- Fernandez R, Rubinos G, Galindo R, Fumero S, Sosa A, Gonzalez I, Casan P. Nocturnal home pulse oximetry : variability and clinical implications in home mechanical ventilation. Respiration. 2011 ;82(2)142 :7
- Zhu K, Rabec C, Gonzalez-Bermejo J, Hardy S, Aouf S, Escourrou P, Roisman G Combined effects of leaks, respiratory system properties and upper airway patency

on the performance of home ventilators: a bench study. BMC Pulm Med. 2017 Nov

- 21;17(1):145.
- **Conseil n°12 : la seule indication prouvée de l'oxygénothérapie à haut débit est l'insuffisance respiratoire hypoxémique aiguë en hospitalisation en réanimation ou en soins intensifs**

- Frat J-P, High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. N Engl J Med 2015
- Azoulay E, Lemiale V, Mokart D, Nseir S, Argaud L, Pène F, Kontar L, Bruneel F, Klouche K, Barbier F, Reignier J, Berrahil-Meksen L, Louis G, Constantin JM, Mayaux J, Wallet F, Kouatchet A, Peigne V, Théodose I, Perez P, Girault C, Jaber S, Oziel J, Nyunga M, Terzi N, Bouadma L, Lebert C, Lautrette A, Bigé N, Raphalen JH, Papazian L, Darmon M, Chevret S, Demoule A. Effect of High-Flow Nasal Oxygen vs Standard Oxygen on 28-Day Mortality in Immunocompromised Patients With Acute Respiratory Failure: The HIGH Randomized Clinical Trial. JAMA. 2018 Nov27;320(20):2099-2107
- La Combe B. High-flow nasal oxygen for bronchoalveolar lavage in acute respiratory failure patients. ERJ 2016;47:1283-6
- Doshi P. High-Velocity Nasal Insufflation in the Treatment of Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial. Ann Emerg Med 2018;72:73-5

- **Conseil n°13 : l'oxygénothérapie à haut débit, quelle qu'en soit la source, correspond à une nouvelle modalité d'administration d'oxygène. Elle ne peut être considérée comme modalité de ventilation et doit être à ce jour utilisée uniquement avec de l'O<sub>2</sub>**

Pas de référence

- **Conseil n°14 : Au domicile, l'oxygénothérapie à haut débit peut être proposée en situation palliative chez les patients ayant une hypoxémie très sévère et atteint de fibrose ou d'autres pathologies respiratoires hypoxémiantes terminales, afin de favoriser un retour à domicile et diminuer la dyspnée. Devant des résultats physiologiques prometteurs, d'autres indications dans la BPCO, sont en cours d'évaluation.**

Pisani L, Fasano L, Corcione N, Comellini V, Musti MA, Brandao M, Bottone D, Calderini E, Navalesi P, Nava S. Change in pulmonary mechanics and the effect on breathing pattern of high flow oxygen therapy in stable hypercapnic COPD. Thorax. 2017 Apr;72(4):373-375.

Parke RL, Bloch A, McGuinness SP. Effect of Very-High-Flow Nasal Therapy on Airway Pressure and End-Expiratory Lung Impedance in Healthy Volunteers. *Respir Care*. 2015 Oct;60(10):1397-403.

- Möller W, Feng S, Domanski U, Franke KJ, Celik G, Bartenstein P, Becker S, Meyer G, Schmid O, Eickelberg O, Tatkov S, Nilius G. Nasal high flow reduces dead space. *J Appl Physiol* (1985). 2017 Jan 1;122(1):191-197.
- Kilgour E, Rankin N, Ryan S, Pack R. Mucociliary function deteriorates in the clinical range of inspired air temperature and humidity. *Intensive Care Med*. 2004 Jul;30(7):1491-4.
- Storgaard LH, Hockey H, Laursen BS, et al. Long-term effects of oxygen-enriched high-flow nasal cannula treatment in COPD patients with chronic hypoxemic respiratory failure. *Int. J. Of COPD* 2018;Volume 13:1195–205.
- Hui D, Morgado M, Chisholm G, et al. High-flow oxygen and bilevel positive airway pressure for persistent dyspnea in patients with advanced cancer: a phase II randomized trial. *J Pain Symptom Manage* 2013;46:463–73
- Koyauchi T. Efficacy and Tolerability of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy for Hypoxemic Respiratory Failure in Patients with Interstitial Lung Disease with Do-Not-Intubate Orders: A Retrospective Single-Center Study. *Respiration* 2018;96:323–9
- Cirio S, et al. Effects of heated and humidified high flow gases during high-intensity constant-load exercise on severe COPD patients with ventilatory limitation. *Respir Med* 2016;118:128–32.
- Moller JAP 1985

#### Conseil n013

(<https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialisees/telemedecine/article/etapes-experimentations-de-telemedecine-pour-l-amelioration-des-parcours-en> ).

**Conseil n°15 : Il n'existe actuellement pas de preuve évidente de l'intérêt de la télésurveillance des patients sous VNI. Les expérimentations ETAPES sont en cours. Le groupe GAVO2 regrette la complexité de mise en place pratique de ce type de programme (conventions, ordonnances multiples, etc.), mais suggère de mettre en œuvre ce programme pour évaluer son intérêt.**

- Ancochea J, García-Río F, Vázquez-Espinosa E, Hernando-Sanz A, López-Yepes L, Galera-Martínez R, et al. Efficacy and costs of telehealth for the management of COPD: the PROMETE II trial. *Eur Respir J* 2018;51:1800354. <https://doi.org/10.1183/13993003.00354-2018>.
- Kessler R, Casan-Clara P, Koehler D, Tognella S, Viejo JL, Dal Negro RW, et al. COMET: a multicomponent home-based disease-management *O versus* routine care in severe COPD. *Eur Respir J* 2018;51:1701612. <https://doi.org/10.1183/13993003.01612-2017>.
- Vianello A, Fusello M, Gubian L, Rinaldo C, Dario C, Concas A, et al. Home telemonitoring for patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *BMC Pulm Med* 2016;16:157. <https://doi.org/10.1186/s12890-016-0321-2>.
- Chatwin M, Hawkins G, Panicchia L, Woods A, Hanak A, Lucas R, et al. Randomised crossover trial of telemonitoring in chronic respiratory patients (TeleCRAFT trial). *Thorax* 2016;71:305–11. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-207045>.
- Walker PP, Pompilio PP, Zanaboni P, Bergmo TS, Prikk K, Malinovsky A, et al. Telemonitoring in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (CHROMED). A Randomized Clinical Trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2018;198:620–8. <https://doi.org/10.1164/rccm.201712-2404OC>.
- Köhnlein T, Windisch W, Köhler D, Drabik A, Geiseler J, Hartl S, et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med* 2014;2:698–705. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(14\)70153-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(14)70153-5).
- Murphy PB, Rehal S, Arbane G, Bourke S, Calverley PMA, Crook AM, et al. Effect of Home Noninvasive Ventilation With Oxygen Therapy vs Oxygen Therapy Alone on Hospital Readmission or Death After an Acute COPD Exacerbation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2017;317:2177. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.4451>.
- Masa JF, Corral J, Alonso ML, Ordax E, Troncoso MF, Gonzalez M, et al. Efficacy of Different Treatment Alternatives for Obesity Hypoventilation Syndrome. Pickwick Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2015;192:86–95.



<https://doi.org/10.1164/rccm.201410-1900OC>.

- Corral J, Mogollon MV, Sánchez-Quiroga M-Á, Gómez de Terreros J, Romero A, Caballero C, et al. Echocardiographic changes with non-invasive ventilation and CPAP in obesity hypoventilation syndrome. *Thorax* 2018;73:361–8. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2017-210642>.
- Masa JF, Pépin J-L, Borel J-C, Mokhlesi B, Murphy PB, Sánchez-Quiroga MÁ. Obesity hypoventilation syndrome. *Eur Respir Rev* 2019;28:180097. <https://doi.org/10.1183/16000617.0097-2018>.
- Gonzalez-Bermejo J, Morelot-Panzini C, Arnol N, Meininger V, Kraoua S, Salachas F, et al. Prognostic value of efficiently correcting nocturnal desaturations after one month of non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: A retrospective monocentre observational cohort study. *Amyotroph Lateral Scler Front Degener* 2013;14:373–9. <https://doi.org/10.3109/21678421.2013.776086>.
- Morelot-Panzini C, Bruneteau G, Gonzalez-Bermejo J. NIV in amyotrophic lateral sclerosis: The ‘when’ and ‘how’ of the matter. *Respirology* 2019;24:521–30. <https://doi.org/10.1111/resp.13525>.
- **Conseil n°16 : Si la télésurveillance est mise en place, le GAVO2 suggère de télésurveiller l’observance quotidienne des patients, les fuites et l’index d’apnées-hypopnées ; dans une moindre mesure la fréquence respiratoire et le % de cycles déclenchés. Le clinicien doit définir les algorithmes de suivi qu’il souhaite réaliser en partenariat avec ses prestataires.**
- Rabec CA, Reybet-Degat O, Bonniaud P, Fanton A, Camus P. Leak Monitoring in Noninvasive Ventilation. *Arch Bronconeumol Engl Ed* 2004;40:508–17. [https://doi.org/10.1016/S1579-2129\(06\)60366-2](https://doi.org/10.1016/S1579-2129(06)60366-2).
- Gonzalez J, Macey J, Cracco C, Similowski T, Derenne JP. Mise en place et surveillance de l’assistance ventilatoire à domicile. *Rev Mal Respir* 2004;21:783–90. [https://doi.org/10.1016/S0761-8425\(04\)71419-9](https://doi.org/10.1016/S0761-8425(04)71419-9).
- Gonzalez-Bermejo J, Morelot-Panzini C, Arnol N, Meininger V, Kraoua S, Salachas F, et al. Prognostic value of efficiently correcting nocturnal desaturations after one month of non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: A retrospective monocentre observational cohort study. *Amyotroph Lateral Scler Front Degener* 2013;14:373–9. <https://doi.org/10.3109/21678421.2013.776086>.
- Gonzalez J, Sharshar T, Hart N, Chadda K, Raphaël JC, Lofaso F. Air leaks during mechanical ventilation as a cause of persistent hypercapnia in neuromuscular disorders. *Intensive Care Med* 2003;29:596–602. <https://doi.org/10.1007/s00134-003-1659-5>.
- Teschler H, Stampa J, Ragette R, Konietzko N, Berthon-Jones M. Effect of mouth leak on effectiveness of nasal bilevel ventilatory assistance and sleep architecture. *Eur Respir J* 1999;14:1251–7. <https://doi.org/10.1183/09031936.99.14612519>.
- Meyer TJ, Pressman MR, Benditt J, McCool FD, Millman RP, Natarajan R, et al. Air Leaking Through the Mouth During Nocturnal Nasal Ventilation: Effect on Sleep Quality. *Sleep* 1997;20:561–9. <https://doi.org/10.1093/sleep/20.7.561>.
- Crescimanno G, Canino M, Marrone O. Asynchronies and sleep disruption in neuromuscular patients under home noninvasive ventilation. *Respir Med* 2012;106:1478–85. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2012.05.013>.
- Sogo A, Montanya J, Monsó E, Blanch L, Pomares X, Luján M. Effect of dynamic random leaks on the monitoring accuracy of home mechanical ventilators: a bench study. *BMC Pulm Med* 2013;13:75. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-13-75>.
- Zhu K, Rabec C, Gonzalez-Bermejo J, Hardy S, Aouf S, Escourrou P, et al. Combined effects of leaks, respiratory system properties and upper airway patency on the performance of home ventilators: a bench study. *BMC Pulm Med* 2017;17:145. <https://doi.org/10.1186/s12890-017-0487-2>.
- Louis B, Leroux K, Isabey D, Fauroux B, Lofaso F. Effect of manufacturer-inserted mask leaks on ventilator performance. *Eur Respir J* 2010;35:627–36. <https://doi.org/10.1183/09031936.00188708>.
- Vignaux L, Vargas F, Roeseler J, Tassaux D, Thille AW, Kossowsky MP, et al. Patient–ventilator asynchrony during non-invasive ventilation for acute respiratory failure: a multicenter study. *Intensive Care Med* 2009;35:840–6. <https://doi.org/10.1007/s00134-009-1416-5>.
- Mansell SK, Cutts S, Hackney I, Wood MJ, Hawksworth K, Creer DD, et al. Using domiciliary non-invasive ventilator data downloads to inform clinical decision-making to optimise ventilation delivery and patient compliance. *BMJ Open Respir Res* 2018;5:e000238. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2017-000238>.
- Georges M, Attali V, Golmard JL, Morélot-Panzini C, Crevier-Buchman L, Collet J-M, et al. Reduced survival in patients with ALS with upper airway obstructive events on non-invasive ventilation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2016;87:1045–50. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2015-312606>.
- Vrijsen B, Buyse B, Belge C, Testelmans D. Upper Airway Obstruction during Noninvasive Ventilation Induced by the

- Use of an Oronasal Mask. *J Clin Sleep Med* 2014. <https://doi.org/10.5664/jcsm.4046>.
- Georges M, Adler D, Contal O, Espa F, Perrig S, Pepin J-L, et al. Reliability of Apnea-Hypopnea Index Measured by a Home Bi-Level Pressure Support Ventilator Versus a Polysomnographic Assessment. *Respir Care* 2015;60:1051–6. <https://doi.org/10.4187/respcare.03633>.
  - Palot A, Jaffuel D, Gouitaa M, Tummino C, Charpin D, Chanez P. A place for Apnea Hypopnea Index telemonitoring in preventing heart failure exacerbation? *Sleep Med* 2017;29:18–9. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.10.011>.
  -

#### A intégrer

- 1: Duiverman ML, Vonk JM, Bladder G, van Melle JP, Nieuwenhuis J, Hazenberg A, Kerstjens HAM, van Boven JFM, Wijkstra PJ. Home initiation of chronic non-invasive ventilation in COPD patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2019 Sep 4. pii: thoraxjnl-2019-213303. doi: 10.1136/thoraxjnl-2019-213303. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 31484786.
- 2: Thys F, Liistro G, Dozin O, Marion E, Rodenstein DO. Determinants of FiO<sub>2</sub> with oxygen supplementation during noninvasive two-level positive pressure ventilation. *Eur Respir J*. 2002 Apr;19(4):653-7. PubMed PMID: 11998994.
- 3: Luján M, Sogo A, Grimau C, Pomares X, Blanch L, Monsó E. Influence of dynamic leaks in volume-targeted pressure support noninvasive ventilation: a bench study. *Respir Care*. 2015 Feb;60(2):191-200. doi: 10.4187/respcare.03413. Epub 2014 Oct 14. PubMed PMID: 25316889.



4: Pinkham M, Burgess R, Mündel T, Tatkov S. Nasal high flow reduces minute ventilation during sleep through a decrease of carbon dioxide rebreathing. *J Appl Physiol* (1985). 2019 Apr 1;126(4):863-869. doi: 10.1152/jappphysiol.01063.2018. Epub 2019 Feb 7. PubMed PMID: 30730818.