LES CONSEILS DU GAVO2 2022 SUR LA VENTILATION ET l'O2 DE DOMICILE

Comment régler un ventilateur de domicile ? : 6 conseils du GAVO2

Conseil n°1 : Toute mise en place de ventilation non invasive doit être débutée en journée par une équipe médicale et paramédicale formée et entrainée.
(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 débuter la VNI sans O_2. L'O_2 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 dO2 additionnel doit proposer le débit (L/min) et la position d'insertion de l'O_2 (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 MattiaA. 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 débuter avec une aide inspiratoire (AI) de 10 cmH_2O (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_2O. (Murphy JAMA 2017)
En l'absence de SAOS associé, la PEP (pression expiratoire) initiale est de 4 cmH_20, 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_2O).
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_20, elle pourra nécessiter d'être augmentée à des valeurs très élevées si des évènements 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 débuter 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_20 (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 $PaCO_2$ 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, évènements 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

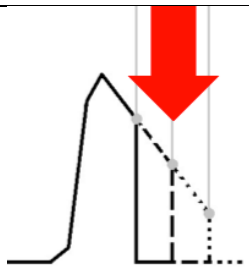
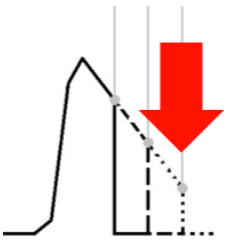
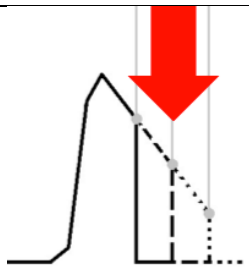
Les modes « à Vt cible » n'ont pas une efficacité démontrée supérieure justifiant un usage systématique, ils peuvent avoir un effet secondaire (Janssens, Resp Med 2009) et ne constituent pas une solution de facilité, car leur utilisation nécessite un degré d'expertise.
Plusieurs arguments concourent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

Réglages \ Pathologies		Neuro-musculaires	Thoraco - Restrictifs	SOH	BPCO
AI (cmH_20)	Démarrage	Une AI minimale de 6cmH2O 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_20)	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 GAVO2

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 ($PaCO_2$<45 mm d'Hg, mais dans la BPCO, <48 mmHg et/ou une diminution de 20%) et nocturne sur une $PTCO_2$ (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 $PaCO_2$ (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 PaCO2< 45 mmHg sauf pour la BPCO, une PaCO2<48 mm d'Hg et/ou une réduction d'au moins 20% par rapport à la PaCO2 initiale) (Köhnlein T, Lancet Respir Med. 2014). Une diminution de la mortalité, dans la BPCO stable, été décrite lorsque la $PaCO_2$ est bien contrôlée soit < à 48 mm Hg ou diminution de 20% ***et*** deux articles de Tsuboi rapportent une survie meilleure lorsque la $PaCO_2$ 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 $PaCO_2$, 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 $PTcCO_2$ transcutanée nocturne sous VNI*

Sous ventilation mécanique au long cours, la $PTcCO_2$ permet de suivre efficacement l'évolution d'hypoventilation au cours du temps (Storre JH, *Respir Med*. 2011).

La persistance de valeurs élevées de $PaCO_2$ nocturne sous VNI, mesurées par capnographie transcutanée a récemment été confirmée comme valeur pronostique. En effet, Ogna et coll. (Ogna et al. Front Med 2016) ont montré qu'une hypoventilation résiduelle (mais définie par une $PTcCO_2$ >49 mmHg durant ≥10% du temps total d'enregistrement ou Pic $PTcPCO_2$ > 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_2) 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_2 sous VNI en dessous de 90% plus de 5% de la nuit.

- **Temps passé en dessous de 90% > 30% 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_2 en ventilation spontanée.

- **SpO_2 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_2 minimale. La SpO_2 minimale est d'utilité peu claire, car en dessous de 80%, la précision de la SpO_2 chute fortement. Fernandez R et coll ont démontré la grande variabilité d'informations venant des divers oxymètres utilisés en ambulatoire et que la SpO_2 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_2 < 92% pendant 10% du temps d'enregistrement (Nardi J, Respir Care. 2012) ou SpO_2 < 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 évènements 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'évènements 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'évènements 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

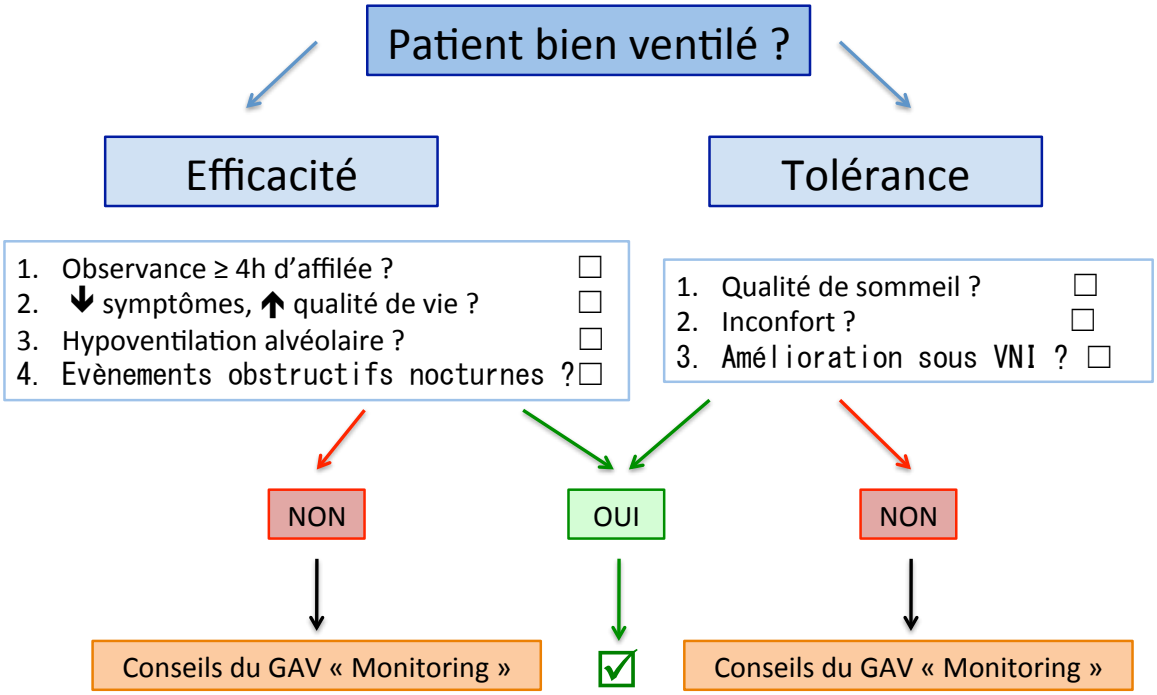
b. Une bonne tolérance à la pression et/ou au débit d'air. L'aide inspiratoire nécessaire à l'obtention d'une ventilation efficace (cf. ci-dessus) peut engendrer également des effets indésirables qui sont à rechercher. Ces effets sont le plus souvent secondaires aux fuites non intentionnelles et comprennent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

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 monitorage 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 $PaCO_2$ 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.

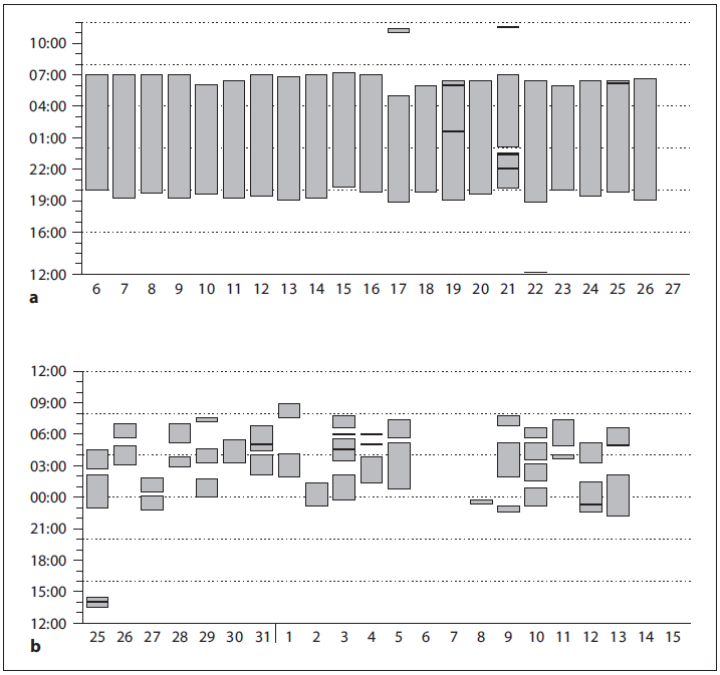
Il est retrouvé que 50% des malades sont mal ventilés à domicile (Gonzalez-Bermejo ALS Journal 2013 ; Rabec ERJ 2009). La majorité de ces malades sont mal ventilés à cause de fuites, or la mesure des fuites a été montrée comme fiable avec les logiciels des machines (Rabec, ERJ 2009). Les autres mesures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



<u>Étape 2</u> : Analyser les courbes <u>débit/pression</u> 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[1] », 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 préréglée, 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

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

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

<u>Étape 5 :</u> 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 95ème 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 à 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) suggère, pour un ventilateur, chez des sujets obèses, une bonne concordance entre données mémorisées par le ventilateur et mesures polysomnographiques simultanées (évènements 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 classifier avec une bonne sensibilité et spécificité les sujets ayant ou n'ayant pas un contrôle adéquat des évènements désaturants sous VNI.

---

[1] 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.

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 PaO_2/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 hypoxique 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 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'humification 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 (Koyauchi 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 micro éveils, diminution du sommeil paradoxal) (Teschler, Meyer, Crescimanno), génèrent des asynchronies (Sogo, Zhu, Louis, Vignaux) et diminuent l'observance. La correction des fuites entraine 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 évènements respiratoires obstructifs survenant sous VNI sont responsables d'une fragmentation du sommeil et une moindre efficacité (Vrijsen, Georges). Enfin, l'apparition d'évènements 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'évènements respiratoires sous ventilateur participent à une meilleure efficacité thérapeutique. Le télé suivi 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/groupes-de-travail/gavo2/documents-et-liens/algorithme de gestion des fuites et IAH sous VNI

4 Conseils du GAVO2 sur la réalisation et l'interprétation de l'oxycapnographie de l'adulte

Conseils du GAVO2 n°18 : Il est conseillé d'utiliser la PTCO2 nocturne pour :

1. Le dépistage précoce de l'hypoventilation alvéolaire chez des sujets atteints ou suspects d'insuffisance respiratoire chronique.
2. Le dépistage d'une hypoventilation alvéolaire en cas d' hypoxémie nocturne inexpliquée.
3. Le dépistage d'une hypoventilation alvéolaire chez un sujet sous oxygénothérapie.
4. L'Évaluation de la cinétique de la PaCO2 et de la réponse thérapeutique lors de la mise en route d'une VNI
5. Le monitoring de la ventilation non-invasive au long cours (voir conseil N°7)

La mesure de la PTcCO2 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 et al. 2016)

Conseils du GAVO2 n° 19 pour obtenir un enregistrement de qualité

1. Lors de mesures de la PTcCO2, il est conseillé de suivre les instructions du fabricant concernant:
   - la fréquence et les modalités de calibration,
   - la fréquence de changement des bouteilles de gaz,
   - l'utilisation d'un gel dédié
   - la fréquence et les modalités de changement des membranes
   - la pose des capteurs.

2. Plusieurs sites sont possibles pour la mise en place du capteur de PTcCO2 : les plus utilisés sont le lobe de l'oreille ou le front.

3. Il est fortement conseillé de faire mettre en place le capnographe par une équipe formée et/ou dédiée à la réalisation de ces enregistrements.

Le problème principal de la PTcCO2 est la qualité de la mesure. Les causes d'erreur de mesures sont très nombreuses et très différentes, allant du malade lui-même à la technique de pose : hypoperfusion, mauvais contact avec la peau, matériel défectueux, présence de cheveux entre la peau et la membrane du capteur, gel conducteur non adapté, absence de calibrage de l'appareil, quantité de gaz insuffisante…Dans ce sens il est nécessaire d'avoir des connaissances techniques minimales sur la méthode de mesure que nous résumons ici.

La capnographie est un outil de mesure de la pression transcutanée en gaz carbonique ($PTcCO_2$) (Figure 1). La technique utilisée repose sur la capacité du CO_2 à diffuser facilement à travers la peau. Les dispositifs actuels de mesure de la $PTcCO_2$ utilisent des capteurs munis de 2 électrodes : une électrode de référence (Ag-AgCl) et une électrode de verre sensible au pH (Stow-Severinghaus) baignant dans une solution électrolytique (Severinghaus and Bradley 1958). Le capteur est recouvert d'une membrane perméable au CO_2. Le capnographe est étalonné avec un gaz dont la pression partielle en CO_2 est connue. Le capteur contient un corps de chauffe, qui permet de générer une hyperémie locale en chauffant la peau (en général entre 42°C et 43°C). On artérialise ainsi le sang capillaire en augmentant le débit local, ce qui augmente la perméabilité cutanée au CO_2. Le CO_2 diffusant à travers la peau, traverse la membrane, réagit avec la solution électrolytique, se dissocie en H^+ et HCO_3-, et modifie le pH de cette solution, ce qui produit une différence de potentiel entre les 2 électrodes. La relation entre la pression partielle en CO_2 et le pH de la solution est régie par l'équation d'Henderson-Hasselbach (pH= 6.1 + (log $[HCO_3^-]/PCO_2$ x

0.03)). Des facteurs de correction prenant en compte la température corporelle et la production métabolique locale liée à la température du capteur sont appliqués et permettent d'estimer la $PaCO_2$ à partir de la mesure de la $PTcCO_2$.

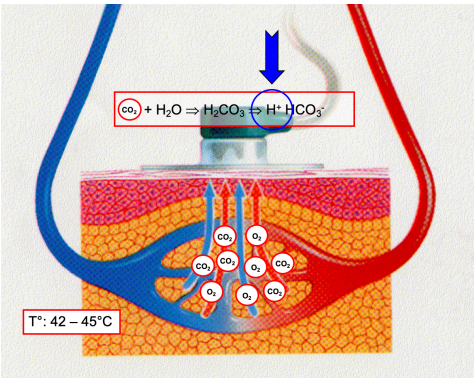


Figure 1 : Mécanisme de fonctionnement d'un capnographe.

Le recours à des températures plus élevées (au-dessus de 45°C) a été rapporté lors de mesures de courte durée (par exemple lors de tests d'efforts) pour diminuer le délai de réponse de la $PTcCO_2$ (« lag-time ») (Sridhar et al. 1993; Hoffmann, Essfeld, and Stegemann 1990).
Plusieurs capnographes sont disponibles sur le marché, notamment : le TOSCA, TCM4 et le TCM5 (Radiometer, Bronshoj, Denmark) et le SENTEC (Therwil, Suisse). Ces appareils intègrent dans le même capteur un senseur de SaO2 et permettent outre la mesure de la $PTcCO_2$, la mesure de la SpO_2 et de la fréquence cardiaque. Ils offrent la possibilité d'un étalonnage de la mesure avec une gazométrie artérielle (correction « in vivo »), ainsi qu'une correction de la dérive faite post hoc à l'aide du logiciel de téléchargement des données (V-Stats), qui tient compte de la calibration en début et fin d'enregistrement. A notre connaissance, il n'existe pas de données publiées sur le bénéfice de ces options. Les données concernant la dérive de la $PtcCO_2$ au cours de 8 heures d'enregistrement rapportent des valeurs de 0.01 à 0.07 kPa/heure (appareils TOSCA et SENTEC (Aarrestad et al. 2016)).
Le capteur chauffé à une température de 43° et laissé en place jusqu'à 8h sur le même site cutané est bien toléré chez l'adulte sans dérive significative du signal (J. P. Janssens et al. 2001). Par contre, une utilisation plus longue sans changer de site, ou une utilisation à une température plus élevée comporte un risque de brulure.
Concernant la fiabilité des mesures, de très nombreuses études (Aarrestad et al. 2016; J.-P. Janssens et al. 2005; Phan et al. 1987; Lermuzeaux et al. 2016; Rodriguez et al. 2006; Storre et al. 2007; Bendjelid et al. 2005; Roediger et al. 2011; Chhajed et al. 2012; Gancel et al. 2011; van Oppen, Daniel, and Sovani 2015; De Braekeleer and Toussaint 2020) ont montré une bonne corrélation entre la mesure de la $PaCO_2$ et la $PTcCO_2$ (dans des conditions optimales comme nous le verrons par la suite) (Aarrestad et al. 2016). Le biais (moyenne de la différence entre valeurs artérielles et transcutanées) est le plus souvent < 0.5 kPa (3.2 mmHg). Par contre les limites de concordance peuvent varier considérablement. Ainsi, le recours à la $PTcCO_2$ n'est pas recommandé chez des personnes hémodynamiquement instables et/ou sous traitement vasopresseur. Les travaux effectués en milieu de réanimation montrent en effet une moins bonne concordance entre valeurs artérielles et transcutanées.
L'index de masse corporelle (par exemple les sujets très obèses) ou les modifications cutanées liées au grand âge ne semblent pas affecter les performances de la capnographie transcutanée (J.-P. Janssens et al. 2005).

Les différents appareils proposent de nombreux sites pour la pose du capteur (lobe de l'oreille, front, temporal, paroi antérieure du thorax en sous-claviculaire : non exhaustif) (Figure 2).

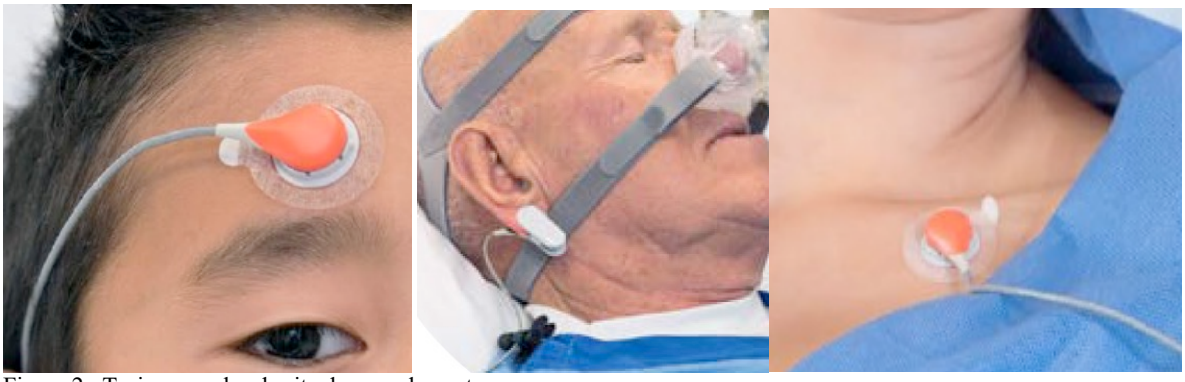


Figure 2 : Trois exemples de site de pose du capteur

La position du capteur peut en effet poser problème lors d'enregistrements effectués sous PPC et VNI, en raison des harnais. Certains groupes recommandent dans ce cas le recours à un capteur frontal. Une étude de 2015 comparant différentes localisations du capteur ne retrouve pas de différence dans la fiabilité des mesures (Górska et al. 2015) ; cependant une méta analyse de 2019 (Conway et al. 2019) préconise l'utilisation du capteur au niveau du lobe de l'oreille car, dans l'étude, cette localisation serait la plus fiable. Il est aussi important de noter qu'en dehors de mesures faites à l'oreille ou au niveau du front, la valeur de SpO_2 ne semble pas fiable sur le SENTEC.

Bien qu'il n'y ait pas de données publiées, il est rapporté un taux important d'enregistrements non valides quel que soit l'appareil utilisé, le site d'enregistrement ou le lieu de réalisation (domicile, ou hôpital). Lorsque l'enregistrement est réalisé par un personnel dédié et formé, et notamment pas par le patient lui-même, le taux d'échec semble moindre. Il est donc conseillé d'éviter au maximum toute manipulation du capnographe par le patient. En cas d'impossibilité par le prestataire d'effectuer lui-même la pose (Horaire tardif, personnel monopolisé en astreintes), il est conseillé de faire la démonstration en présence d'une tierce personne faisant fonction d'aidant, et si impossibilité, il est important de faire manipuler le patient sur la totalité du process. Des documents expliquant en détail la mise en place du capteur et sa manipulation, doivent être disponibles avec le capnographe, lors d'utilisation dans des services non spécialisés.

Par ailleurs, l'utilisation d'une fiche d'information dédiée sur la qualité de la nuit, les éventuels éveils et le lever peuvent apporter des informations importantes, utiles à l'analyse et l'interprétation. Il est recommandé d'avoir recours à un calendrier de nuit à remplir par le patient.

Conseils du GAVO2 n° 20 pour apprécier la qualité d'un enregistrement de la mesure de la $PTcCO_2$ nocturne

Six critères de qualité sont proposés lors de la mesure de la PTcCO2 nocturne:

1. Tracé de plus de 4h, non fragmenté
2. Interprétation de la courbe de PTcCO2 avec correction de la dérive si possible
3. Vérifier, dans l'idéal, la concordance entre la gazométrie diurne et les valeurs de PTcCO2 en début de nuit
4. Valeurs comprises entre 30 et 70 mmHg (sauf en cas de concordance avec la gazométrie diurne)
5. Pas de variation importante de PTcCO2 entre le début et la fin de nuit (seuil de 20 mmHg proposé)
6. En cas de variation de la PTcCO2 au cours de la nuit, vérifier la corrélation avec la courbe de SpO2 qui doit varier en miroir en l'absence d'oxygénothérapie associée.

A notre connaissance, il n'y a pas de données publiées à ce sujet. Cependant, des critères de qualité et de fiabilité des enregistrements peuvent être proposés en intégrant l'analyse des différentes courbes ($PTcCO_2$ et SpO_2 notamment) et en faisant appel à un certain bon sens et pragmatisme.

<u>Tracé de plus de 4h, non fragmenté</u> : En premier lieu, comme précisé précédemment, la réalisation des enregistrements de $PTcCO_2$ est délicate et nécessite un savoir-faire.

Lorsque le patient se lève et retire le capteur, le risque de ne pas le repositionner correctement est important. Donc, en plus du risque de la perte d'information (interruption de l'enregistrement), le risque d'enregistrement erroné en cas de tracé fragmenté augmente. Nous proposons dès lors comme critère de qualité un tracé non fragmenté au cours de la nuit.

Par ailleurs l'objectif de cet enregistrement étant de réaliser un enregistrement en continu afin de pouvoir analyser l'évolution de la capnie et de la saturation en oxygène au cours de la nuit et notamment des différents cycles de sommeil (sommeil paradoxal en particulier car le plus à risque au niveau respiratoire (Tabachnik et al. 1981)), il est donc utile de proposer une durée minimum d'enregistrement de 4h afin d'obtenir un tracé comprenant au moins 1 période de sommeil paradoxal.

Vérifier, dans l'idéal, la concordance entre la gazométrie diurne et les valeurs de PTcCO2 en début de nuit et valeurs comprises entre 30 et 70 mmHg (sauf en cas de concordance avec la gazométrie diurne): Afin de s'assurer de la fiabilité des valeurs, il est important de vérifier qu'il existe une concordance entre la valeur de $PTcCO_2$ de début de nuit et la gazométrie diurne : il faut interpréter avec prudence les valeurs extrêmes de $PTcCO_2$ (< 30 et > 70 mmHg, valeurs seuils proposées par le groupe d'experts du GAVO2), en l'absence de concordance avec la gazométrie diurne. Par exemple il est peu probable qu'un patient atteint d'obésité présente une $PTcCO_2$ à 75 mmHg si la gazométrie diurne montre une $PaCO_2$ à 42 mmHg. Par contre, un BPCO avec une $PaCO_2$ à 65 mmHg la journée peut voir ses chiffres de $PTcCO_2$ monter à plus de 70 mmHg au cours du sommeil (Figure 4).

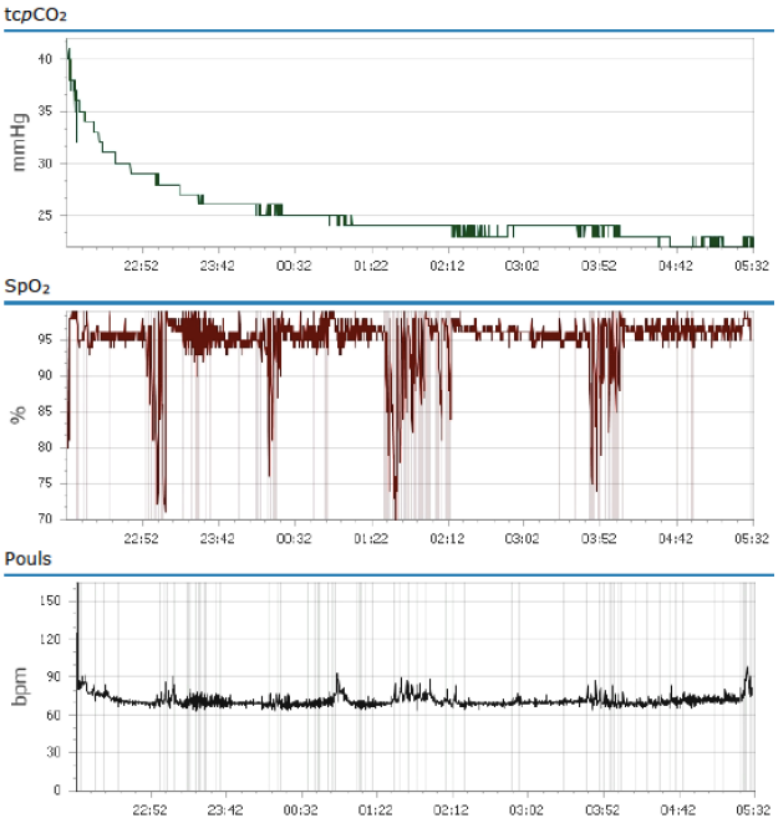


Figure 4 : Exemple de valeurs aberrante de PTcCO2 chez un patient présentant une PaCO2 diurne à 43 mmHg.

Pas de variation importante de PTcCO2 entre le début et la fin de nuit (seuil de 20 mmHg proposé) Concernant les variations de $PTcCO_2$, il existe 2 types de variations :

- Les variations lentes sur toute la durée de l'enregistrement. Celles-ci peuvent être le reflet de la pathologie sous-jacente, mais une augmentation trop importante (seuil de 20 mmHg proposé par le groupe d'experts du GAVO2) au cours de la nuit est plus souvent liée à une dérive de la courbe. Comme mentionné précédemment, certains appareils permettent en théorie de s'affranchir de cette dérive si le capteur à bien été replacé dans le boitier en fin de nuit. La courbe avec correction de la dérive doit donc être utilisée pour l'analyse des données. (Figure 5A et B)

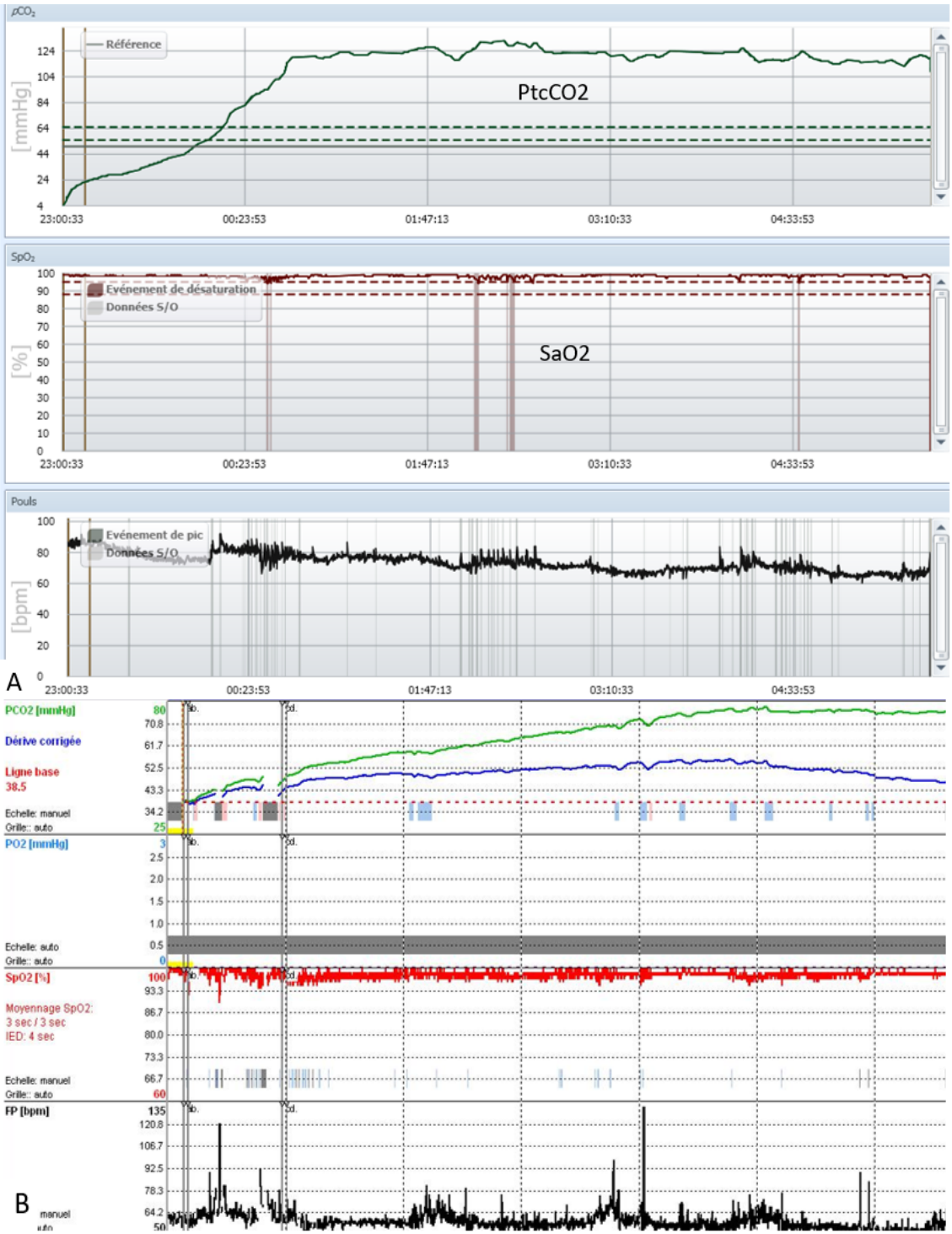


Figure 5 : A- Exemple d'une dérive rendant le tracé ininterprétable, B- enregistrement avec correction de la dérive (courbe bleue) rendant le tracé interprétable.

En cas de variation de la PTcCO2 au cours de la nuit, vérifier la corrélation avec la courbe de SpO2 qui doit varier en miroir en l'absence d'oxygénothérapie associée. Les variations rapides au cours de la nuit. Celles si sont soit liées à une aggravation de l'hypoventilation au cours de certaines phases de sommeil (sommeil paradoxal en particulier) soit à un problème technique. Afin de différencier les 2, il est utile de s'intéresser à la courbe de SpO_2, en effet, une augmentation de la $PTcCO_2$ va être associée à une diminution de la SpO_2 en miroir (sauf en cas de traitement par oxygénothérapie) (Figure 6).

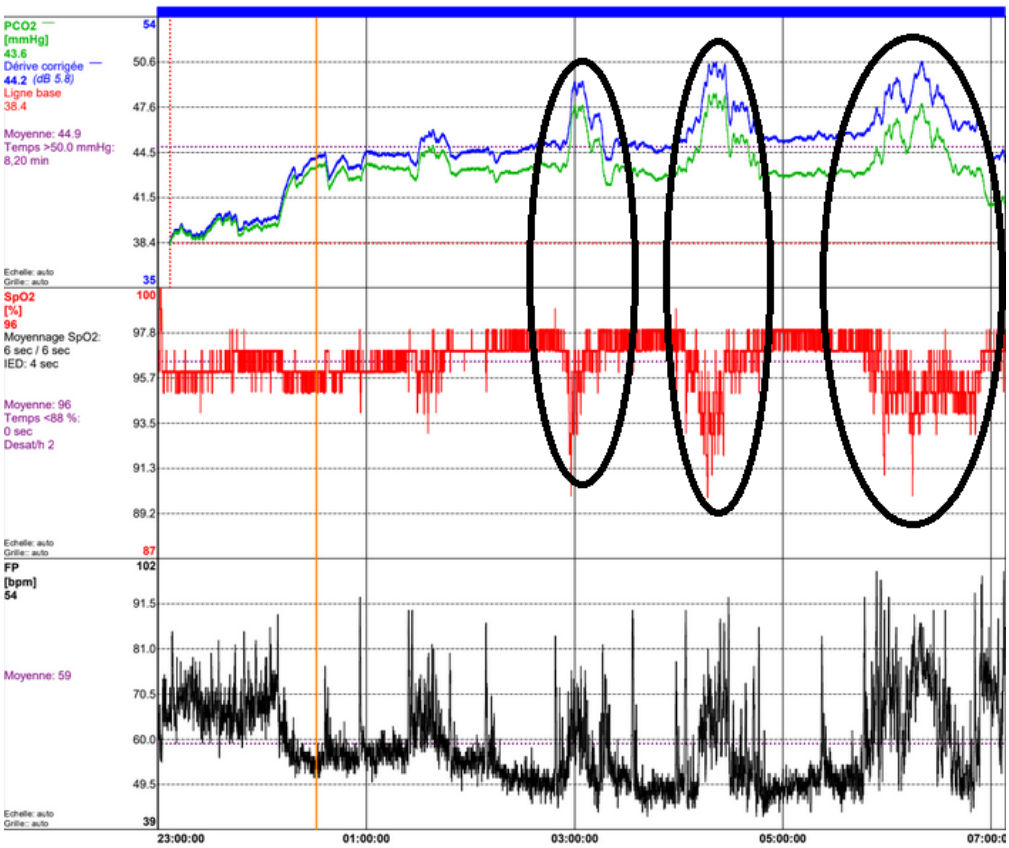


Figure 6 : Exemple de tracé avec 3 périodes d'hypoventilation alvéolaire typique avec augmentation de la PTcCO2 et désaturation en miroir.

Rappelons qu'il existe un temps de réponse (« lag time ») de plusieurs minutes pour la $PTcCO_2$ qui ne permet donc pas enregistrer des modifications rapides de la $PaCO_2$ telles que celles générées par des apnées du sommeil (J. P. Janssens et al. 1998). De ce fait, l'analyse simultanée des données de PTcCO2 et SpO2 (dont le taux d'échantillonnage et moyennage permet de déceler de variations rapides de la SaO2) , offre l'avantage de pouvoir détecter à la fois les variations très rapides (<30 ms, en utilisant la SpO2) et en même temps celles plus lentes (en utilisant la PtcCO2) qui elles sont le reflet des modifications plus « durables » de la ventilation (Figure 7A et B)

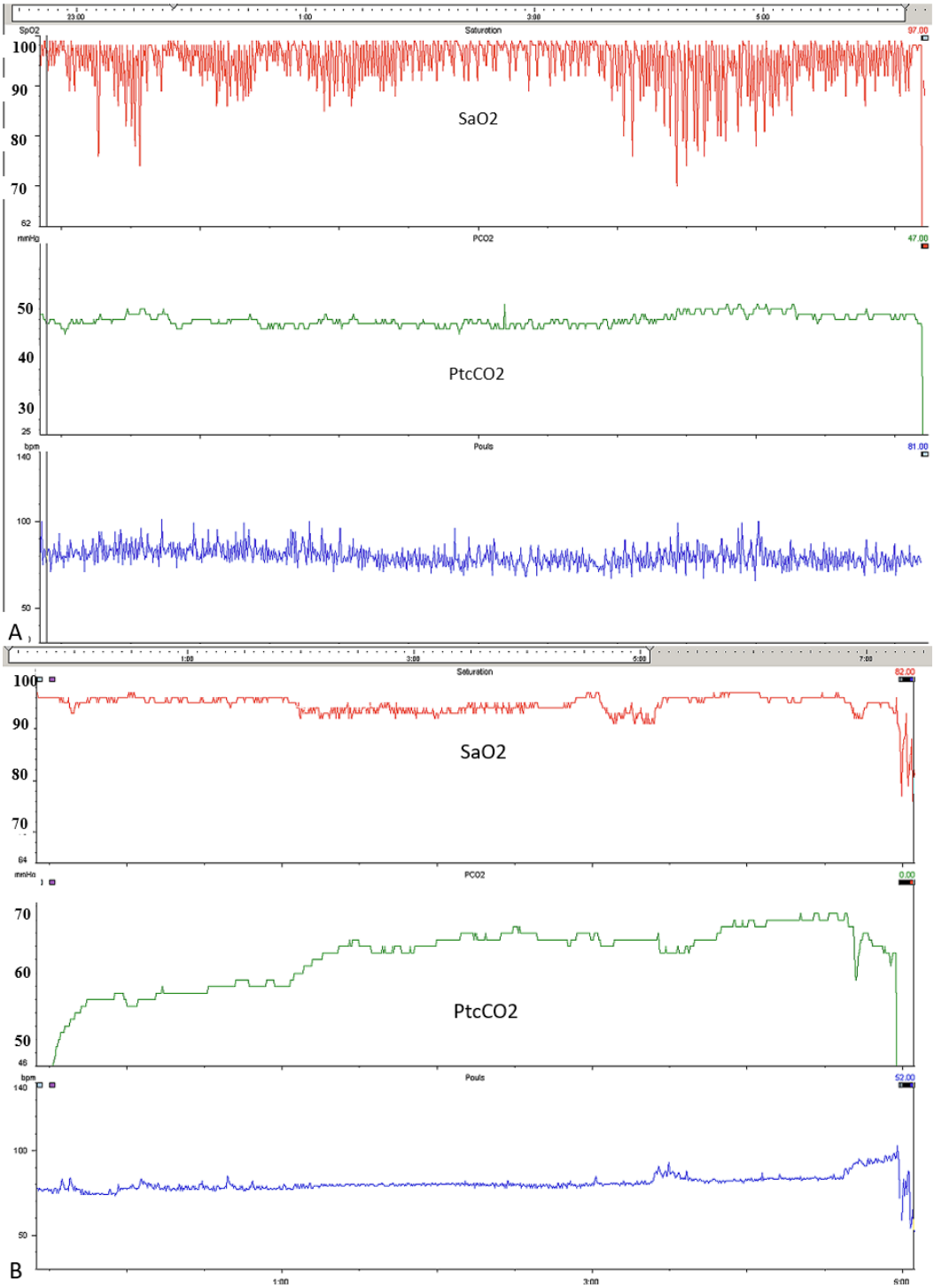


Figure 7: A- tracé d'oxycapnographie transcutanée montrant des variations rapides de la SpO2 suggestives d'apnées. A noter l'absence de variations significatives au niveau du tracé de PtcCO2 B- tracé d'oxycapnographie transcutanée montrant une augmentation lente de la PTcCO2 suggestive de l'aggravation de l'hypoventilation alvéolaire au cours de la nuit. A noter le peu de variation de la SpO2, qui reste supérieure à 90% (pas de critères de désaturation significative). Ces différences entre les deux signaux sont la conséquence des différentes constantes de temps des deux mesures mais aussi de la faible sensibilité de la SaO2 pour détecter des variations de la ventilation, en particulier quand le niveau de SpO2 de base est élevé (partie plateau de la courbe de oxyHb).

Conseils du GAVO2 n°21 pour interpréter les résultats d'oxycapnographie

1- Il est conseillé de baser l'analyse de l'enregistrement sur l'interprétation des courbes et l'analyse des données numériques
2- Il existe à l'heure actuelle de nombreuses définitions d'une hypoventilation nocturne basées sur la PTcCO2 (Tableau 1), toutes arbitraires et résultants d'avis d'experts.

L'analyse de l'enregistrement se base sur la forme de la courbe et les valeurs de $PTcCO_2$ obtenues.

Au cours du sommeil, la ventilation repose principalement (exclusivement au cours du sommeil paradoxal (Tabachnik et al. 1981)) sur le diaphragme. Il existe donc à l'état stable des variations de $PTcCO_2$ mais la plupart du temps peu importante. Il est possible d'observer une augmentation anormale de la $PTcCO_2$ en sommeil paradoxal. Ces périodes d'augmentation de la $PTcCO_2$ associées à une désaturation en miroir sont alors évocatrices d'une atteinte diaphragmatique démasquée au cours du sommeil paradoxal (Figure 6). Ceci peut aussi se voir lors de BPCO sévère, où de toute pathologie associée à un recrutement persistant des muscles accessoires de la respiration.

Pour ce qui est des valeurs de $PTcCO_2$, il existe de nombreuses définitions de l'hypoventilation alvéolaire (Tableau 1). La seule définition ayant été validé comme marqueur de mauvais pronostic chez les patients atteint de maladie neuro-musculaire est celle proposée par Ward et col. : Pic PTcCO2 ≥ 49 mmhg (Ward et al. 2005), reprise et analysé par Orlikowski et col. montrant un surrisque d'initiation de la ventilation non invasive par la suite (Orlikowski et al. 2017).

En 2012, la HAS propose la mise en place d'une VNI pour les patients présentant une PtCO2 > 50 mmHg (sauf dans le cadre de la BPCO). Il est cependant à noter que les récentes recommandations concernant l'appareillage respiratoire des patients atteints de syndrome obésité hypoventilation ou de BPCO ne retiennent pas la capnographie comme outil pour décider de la mise en place d'une VNI (Ergan et al. 2019; Mokhlesi et al. 2019).

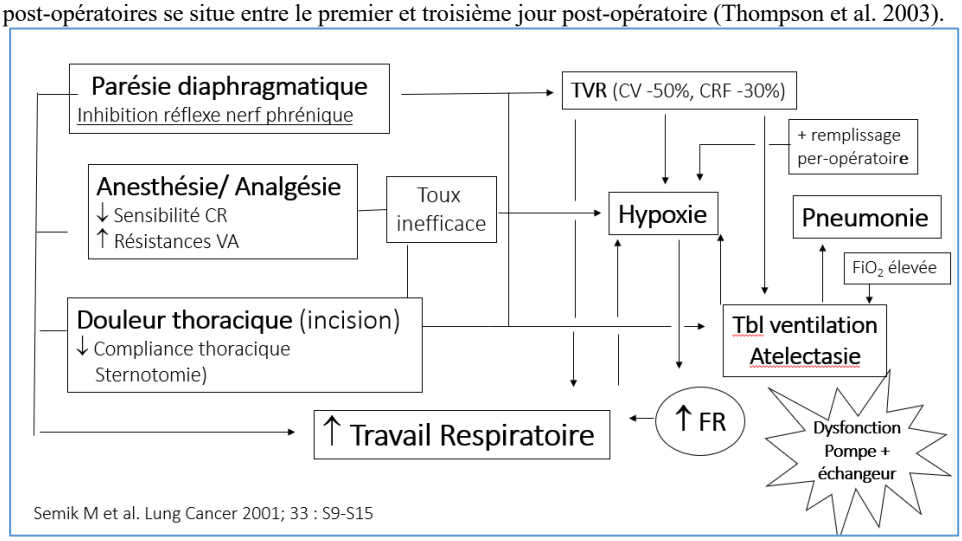
Tableau 1

Berry (Berry et al. 2012)	Recommandations d'experts.	Tout malade	$PTcCO_2$ > 55 mmHg pendant 10 min ou plus
Berry (Berry et al. 2012)	Recommandations d'experts.	Tout malade	Augmentation de $PTcCO_2$ d'au moins 10 mmHg par rapport à la ligne de base éveillé en position couchée avec une $PTcCO_2$> 50 mmHg pendant plus de 10 min
Georges (Georges et al. 2016)	Etude rétrospective sur 72 patients	Malades atteints de maladies neuromusculaires ou de déformations thoraciques	$PTcCO_2$ moyenne ≥ 50 mmHg
Bauman (Bauman et al. 2013)	Etude rétrospective sur 35 patients	Malades atteints de maladies neuromusculaires	$PTcCO_2$ ≥ 50 mmHg pendant ≥ 5 % du temps
Ward (Ward et al. 2005)	Etude prospective sur 48 patients	Malades atteints de maladie neuromusculaire ou de déformation thoracique	$PTcCO_2$ maximale ≥ 49 mmHg

6 conseils du GAVO2 sur la place de l'appareillage respiratoire en péri-opératoire

Rationnel

Les complications pulmonaires postopératoires (CPP) en chirurgie cardiothoracique et abdominale, sont la principale cause de décès en post opératoire. Elles sont associées à des admissions en réanimation et des réadmissions hospitalières plus fréquentes à des séjours postopératoires plus longs et à des coûts plus élevés (Sabaté, Mazo, et Canet 2014). Au cours de la chirurgie cardio-thoracique ou sus-mésocolique (CCTSMC), le risque de complications respiratoires post-opératoires dépend de 3 paramètres : 1- Du chirurgien quant au type d'intervention et de la voie d'abord chirurgicale. A titre d'exemple, en chirurgie de résection pulmonaire, le taux de mortalité à 90 jours est estimé à 4,2% pour une segmentectomie et de 11,5% pour une pneumonectomie (Powell et al. 2013). 2- Du patient quant à ses facteurs de risque de complications respiratoires post-opératoires (âge > 70 ans, tabagisme, faible capacité d'exercice, obésité, handicap respiratoire chronique, DLCO < 60% pred, insuffisance cardiaque, dénutrition) (G. W. Smetana 1999; Gerald W. Smetana et al. 2006; Yao et al. 2021; Stefan et al. 2016). 3. De l'anesthésiste quant aux produits utilisés, leur durée d'utilisation et la prise en charge de la douleur (Warner 2000). Au plan physiopathologique, toute CCTSMC génère un trouble ventilatoire restrictif pouvant se compliquer d'atélectasie et d'hypoxémie. Les 3 phénomènes responsables de ces conséquences ventilatoires sont : 1. Une parésie diaphragmatique provoquée par l'inhibition reflexe du nerf phrénique ; 2. Les effets de l'anesthésie sur la chémosensibilité des centres respiratoires à l'hypoxie et à l'hypercapnie, les résistances des voies aériennes et la dys-coordination des muscles respiratoires(Warner 2000; Semik et al. 2001). Bien que l'on ait montré que ces perturbations respiratoires pouvaient persister pendant près de 7 jours en post-opératoire (Simonneau et al. 1983), la période de haut risque de complications cardio-respiratoires post-opératoires se situe entre le premier et troisième jour post-opératoire (Thompson et al. 2003).



Conseil du GAVO2 n°22 sur le dépistage pré opératoire

1- Il est conseillé de dépister et de prendre en charge en pré opératoire, les patients atteints de SAOS.

Ce conseil reprend les recommandations des sociétés savantes d'anesthésie (American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of patients with obstructive sleep apnea 2014) qui se basent sur une littérature abondante (Chung et al. 2016). Mais il nous semblait important et nécessaire de rappeler qu'au vu du bénéfice rapporté dans la littérature et avant d'envisager un traitement par ventilation non invasive à 2 niveaux de pressions, il faut dépister et prendre en charge si besoin le syndrome d'apnée du sommeil.

2- Il conseillé de dépister, de prendre en charge en pré-opératoire ou de recommander une vigilance post-opératoire pour des malades à risque d'hypoventilation ou d'encombrement comme les malades atteints de

BPCO sévère, de maladie neuromusculaire avancée ou de maladie restrictive de paroi sévère

Il n'existe pas de données formelles sur les indications d'une ventilation non invasive en pré opératoire. Nous pouvons cependant mettre en avant certaines données qui doivent nous alerter comme étant associé à un surisque post opératoire : tabagisme actif, ASA>II, Age > 70 ans, Obésité, BPCO(Gerald W. Smetana 2009), SAOS (Rennotte et al. 1995), pathologie neuromusuclaire (Barsdorf, Sproule, et Kaufmann 2010). Dans ces populations, il semble légitime de proposer un bilan respiratoire pré opératoire, de proposer un appareillage en cas d'indication formelle (Par exemple devant une hypoventilation alvéolaire diurne chez un patient atteint de maladie neuromusculaire). Dans le cadre spécifique des pathologies neuromusculaires, en cas d'atteinte débutante, la mise en route d'une VNI pourrait être bénéfique au patient (Khirani et al. 2014).

Conseil du GAVO2 n°23 Il n'est pas conseillé d'utiliser de VNI « prophylactique » en pré opératoire pour des malades qui ne seraient pas à risque de problème respiratoire (cf conseil 22)

Une seule étude randomisée contrôlée multicentrique a évalué la VNI en pré opératoire : Paleiron et al (Paleiron et al. 2020) ont évalué 297 patients atteint d'au moins une comorbidité cardiaque ou respiratoire candidats à une chirurgie de résection pulmonaire pour cancer (lobectomie ou segmentectomie). Les patients étaient randomisés en 2 bras : « VNI » versus « NON VNI » pendant 7 jours pré-opératoires. Les réglages de la VNI associaient : IPAP 10-14 cm H2O, EPAP 3-6 cm H2O. Bien que l'observance à la VNI ait été de 9,8 ± 5,1 jours avec 68% des patients qui l'ont utilisé plus de 4 heures / jour, les résultats de montrent pas de diminution significative des complications cardio-respiratoires post-opératoires, sauf une tendance le taux de pneumonies. Aussi, l'analyse en sous-groupes à risque de complications post-opératoires ne met pas non plus de différence significative.

Conseil du GAVO2 n°24 Il est proposé d'essayer une VNI en pré-opératoire chez des patients considérés à risque de nécessiter de la VNI en post opératoire (Cf conseil 22) mais uniquement dans un objectif pédagogique et potentiellement faciliter la mise en place au cours de la période post opératoire.

En effet, une étude (Perrin et al. 2007) a évaluée l'impact de la VNI prophylactique au cours de la chirurgie de résection pulmonaire par lobectomie pour cancer bronchique non à petites cellules. Dans cette étude 32 patients ont été randomisés en 2 bras : Groupe standard versus Groupe standard + VNI. La durée de l'étude comprenait une période pré-opératoire de 7 jours et une période post-opératoire de 3 jours. Le groupe standard recevait les médications habituelles, des nébulisations de bronchodilatateurs et une kinésithérapie de drainage bronchique. Le groupe standard + VNI recevait le traitement précisé et la VNI à raison de 4 ± 1 heure en période pré-opératoire et 5 ± 1 heure pendant la période post-opératoire. Les réglages de la VNI associaient IPAP 12,6 ± 1,2 cm H2O et EPAP 2,9 ± 0,7 cm H2O. Pendant la période post-opératoire, tous les patients bénéficiaient d'une analgésie épidurale thoracique. A l'inclusion, le VEMS moyen de la population était de 54% de la valeur prédite. Les résultats mettent en évidence une évolution post-opératoire significativement plus favorable au plan des paramètres spirométriques et des échanges gazeux, une tendance à diminué les atélectasies lobaires et supra-lobaires et une diminution significative de la durée de séjour hospitalière.
Par contre, lorsque les patients ne présentent pas de risque post opératoire particulier, il ne semble pas y avoir non plus de place pour la VNI péri opératoire prophylactique. En effet, dans une étude randomisée contrôlée menée au cours de la chirurgie de résection pulmonaire pour cancer ou DDB, Guerra Hernandez E et al. (Guerra Hernández et al. 2018) ont inclus 50 patients. La résection pulmonaire correspondait à une lobectomie, segmentectomie ou pneumonectomie. Le VEMS moyen pré-opératoire était de 69% de la valeur prédite. Les patients étaient randomisés en 2 bras : traitement standard versus traitement standard plus VNI. La durée de l'étude était de 7 jours pré-opératoires et de 24 heures post-opératoires. La VNI était pratiquée 1 heure / jour pendant la période pré-opératoire et 30 min toutes les 2 heures + 30 minutes au cours de la première nuit pendant la période post-opératoire. Les résultats n'ont pas montré quelconque bénéfice en termes d'échanges gazeux, de complications post-opératoires ou de durée de séjour.

Conseil du GAVO2 n°25 La VNI post opératoire « prophylactique » peut avoir une place pour les patients à haut risque de complication (Cf conseil 22)

Dans un travail randomisé contrôlé, Sagiroglu et al. (Sağıroğlu et al. 2014) ont inclus 254 patients à EFR normales et candidats à une chirurgie cardiaque ou thoracique (pontage aorto-coronaire, remplacement valvulaire, lobectomie, pneumonectomie). Les patients étaient randomisés en 2 groupes. Groupe 1, VNI pour traitement d'une insuffisance respiratoire aiguë (IRA) survenue dans les 48 heures post-opératoires. Groupe 2, VNI à visée prophylactique débutée à 1 heure post-extubation pendant 2 fois 20 minutes + 3 heures. Les réglages de la VNI associaient IPAP 8 cm H2O, EPAP 4 cm H2O. Les résultats n'ont pas montré de différence significative en matière de taux de réintubation, d'échanges gazeux ou de complication cardiaques / respiratoires pendant la période post-opératoire.
Joris et al (Joris et al. 1997), ont analysé l'impact de la VNI prophylactique post-opératoire au cours de la chirurgie bariatrique à type de gastroplastie. Trente patients ont été inclus et ont bénéficié une prise en charge pendant les 24 heures post-opératoires. Les patients étaient randomisés en 3 groupes. Groupe 1 : Oxygénothérapie avec masque à moyenne concentration ; Groupe 2 : VNI avec IPAP 8 cm H2O, EPAP 4 cm H2O ; Groupe 3 : VNI avec IPAP 12 cm H2O, EPAP 4 cm H2O. Les résultats mettent en évidence une récupération fonctionnelle respiratoire (CVF, VEMS) significativement plus rapide dans le groupe 3 à J1, J2, J3 post-opératoires ; et une moindre désaturation en oxygène à J1 post-opératoire dans les groupes 2 et 3.
Dans une étude randomisée contrôlée en 2 groupes parallèles portant sur 360 BPCO candidats à une chirurgie de résection pulmonaire (lobectomie, pneumonectomie, résection atypique, résection pariétale), Lorut et al.(Lorut et al. 2014) ont évalué l'impact de la VNI prophylactique pratiquée en post-opératoire. Les patients étaient randomisés en 2 groupes, Groupe standard et Groupe VNI. Dans le groupe VNI, les sujets bénéficiaient d'une VNI à raison de 1 heure 6 fois/jour pendant 48 heures post-opératoires. Critère principal de jugement était la survenue d'événement respiratoire aigu (2 paramètres parmi les suivants : FR > 30 c/min, PaO2/FiO2 < 200 mm Hg, ↑PaCO2 10 mm Hg, infiltrat sur la radiographie thoracique). Les critères secondaires de jugement associaient : IRA, VNI de secours, pneumonies, durée de séjour en USI et à l'hôpital, mortalité). Les résultats ne montrent aucune différence significative entre les 2 groupes en matière d'événement respiratoire aigu. Cependant, il est important de noter que les événements respiratoires aigus reposent sur des données biologiques mais aussi cliniques et radiologiques introduisant un part de subjectivité, que les patients sont peu altérés au plan fonctionnel respiratoire (VEMS moyen à 62% pred), que le délai pour le recours à la VNI était en moyenne de 4 heures, que les réglages initiaux utilisaient une aide inspiratoire de 4 cm H2O, enfin, que le recours à la VNI de secours était supérieur dans le groupe standard (sans que la différence soit significative).
Lockstone et al. (Lockstone et al. 2020) ont analysé dans une étude prospective observationnelle pré/post cohort, l'effet de l'application d'une VNI prophylactique en post-opératoire de patients à haut risque de complications. Il s'agissait de 81 patients candidats à une hospitalisation post-opératoire programmée en réanimation ou STC. La VNI était pratiquée à raison de 5 séances de 30 minutes pendant les 4 heures post-extubation et au cours de 2 épisodes de 5 fois 30 minutes. Les réglages de la VNI associaient : IPAP 10-15 cm H2O, EPAP 5 cm H2O. Ces patients étaient comparés à une cohorte historique comparable n'ayant pas bénéficié de VNI (groupe contrôle). Il est important de souligner que les patients classés ASA IV étaient significativement plus nombreux dans le groupe traité par VNI prophylactique. Le critère principal de jugement reposait sur l'existence d'au moins 4 critères selon l'échelle de Melbourne (paramètres cliniques, généraux, radiologiques et biologiques). Dans cette étude, les résultats mettent en évidence un taux de complications respiratoires post-opératoires significativement inférieur dans le groupe traité par VNI. Aucun effet secondaire n'est à déplorer.

Conseil du GAVO2 n°26 Il est recommandé de prendre l'avis d'un pneumologue en cas de nécessité de poursuivre une VNI mise en place en post opératoire immédiat par l'équipe d'anesthésie réanimation et notamment en cas de nécessité d'appareils de domicile

En effet, plusieurs études ont montré l'intérêt de la VNI en cas de complications post opératoire de chirurgie thoracique. L'étude d'Auriant (Auriant et al. 2001) a comparé une VNI à une oxygénothérapie standard chez des patients présentant une IRA hypoxémique dans le POP d'une chirurgie de résection pulmonaire. Cette étude randomisée contrôlée a inclus 48 patients (24 par bras). Les patients ont été sélectionnées s'ils présentaient au moins 3 critères parmi les suivants : FR>25 c/min, utilisation des muscles respiratoires accessoires, PaO2/FiO2 < 200 ou anomalies à la Rp. L'AI a été titré pour obtenir un Vte entre 8 et 10ml/kg et une FR < 25 c/min et la FiO2 pour avoir une SaO2 > 90%. Un masque nasal a été utilisé. L'étude conclut à un bénéfice significatif de la VNI en termes de diminution de taux de réintubation (21% vs 50%) et de mortalité à 28 jours (13 vs 38%) respectivement pour la VNI en comparaison avec l'O2th

Dans une étude observationnelle Lefebvre et colls (Lefebvre et al. 2009) a analysé le devenir des patients présentant une IRA en POP d'une chirurgie de résection thoracique. Parmi 113 patients présentant une IRA POP, 89 (78.7%) ont bénéficié d'une VNI (59 – 66%- pour une IRA hypoxémique, 30 -34%- pour une IRA hypercapnique. Le taux de succès de la VNI a été de 85% avec une mortalité en USI de 6.7%, mais qui montait à 46% en cas d'échec de la VNI. Les seuls facteurs d'échec de la VNI retrouvés étaient les comorbidités cardiaques et la non-réponse initiale à la VNI. La présence d'une BPCO, le SAPS score et le caractère hypoxémique ou hypercapnique n'étaient pas prédicteurs d'échec de la VNI

On retrouve aussi des données positives en cas de chirurgie abdominale haute

Jaber et col. (Jaber et al. 2005) ont conduit une étude prospective observationnelle chez des patients présentant une IRA dans les premiers 7 jours de POP de chirurgie abdominale. Pour cela ils ont inclus 72 patients. Les réglages de la VNI étaient VNI : AI 14 ± 4 ; PEP 5 ± 1 cmH20 ; FiO2 50 %. Le taux de succès de la VNI a été de 67% (48/72). Les auteurs ont montré une différence significative en termes d'amélioration de la PaCO2 et de PaO2/ FiO2 entre les succès et les échecs. La durée de séjour et la mortalité intra hospitalière ont été significativement réduit dans le groupe ayant amélioré la PaCO2 sous VNI

Dans une deuxième étude comparant la VNI à l'O2 (Jaber et al. 2016), celle-ci multicentrique randomisée contrôlée conduite par le même investigateur, 239 patients ont été randomisés, 145 dans le bras O2 (pour maintenir une SaO2 > 94%) et 148 dans le bras VNI (AI, 5-15 cm H2O; PEP 5-10 cm H2O; FiO2 pour maintenir une SpO2> 94%). La VNI a permis de réduire significativement le taux d'intubation (45.5% groupe O2th vs 33.1% dans le groupe VNI, p<0.03, critère de jugement principal) ; mais sans différence significative en termes de survie à 90 jours.

Dans une autre étude randomisée contrôlée, Squadrone et col (Squadrone et al. 2005) ont comparé un traitement par PPC (7.5 cm H20) + O2 vs O2th et traitement standard chez 209 patients présentant une IRA hypoxémique dans le POP de chirurgie abdominale. Le traitement par CPAP a permis de réduire significativement le taux d'intubation (de 10% sous O2th a 1% sous CPAP, critère de jugement principal) et diminuer à la moitié la durée de séjour en réanimation, et accessoirement réduire de façon significative le nombre de pneumonies et de sepsis

Parfois le sevrage étant difficile, il peut être proposé de poursuivre l'appareillage, et bien qu'il n'existe pas de données, l'intervention d'un pneumologue pour l'organisation de la prise en charge et du suivi semble indiquée.

Conseil du GAVO2 n°27 En dehors de l'insuffisance respiratoire aiguë post opératoire et son utilisation recommandée par la société d'anesthésie/réanimation (Rochwerg et al. 2020), il n'est pas recommandé d'utiliser l'O2HD en pré ou post opératoire prophylactique.

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 GAV02**

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 GAV02* »). 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 crêpes 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 Vandenbroecke et Philippe Wibart,

Les experts autour de leur ordinateur en Zoom ayant participé à la rédaction des conseils 2021-2022 étaient
Jean Christian Borel, Gerard Evers, Gilles Gonzalez, Jésus Gonzalez-Bermejo, Léo Grassion, Lucie Jacquin, Danny Jaffuel, Jean Paul Janssens, Claudia Llontop, Romuald Luque, Alexis Mendoza, Magali Mercy, Capucine Morelot Panzini, Raphaelle Ohayan, Sandrine Pontier-Marchandise, Arnaud Prigent, Claudio Rabec, Yan Ruettard, Sandra Van den Broeck, Fanny Vienne.

Les experts autour de leur ordinateur en Zoom ayant participé à la rédaction des conseils 2022-2023 étaient
Jésus Gonzalez-Bermejo, Léo Grassion, Romuald Luque, Alexis Mendoza, Magali Mercy, Capucine Morelot Panzini, Maxime Patout, Arnaud Prigent, Claudio Rabec,, Sandra Van den Broeck, Fanny Vienne. Philippe Mujica Bertrand Dehecq, Said Talbi isabelle dupontgue-henneuc
Et ces conseils ont pu être réalisés d'après un texte et une expertise du Dr Christophe Perrin, que nous remercions vivement pour sa participation amicale
Et une aide à la rédaction de Leo Grassion, que nous remercions aussi vivement

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 entrainée.

- 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 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
- Thys F, Liistro G, Dozin O, Marion E, Rodenstein DO. Determinants of FiO2 with oxygen supplementation during noninvasive two-level positive pressure ventilation. Eur Respir J. 2002 Apr;19(4):653-7. PubMed PMID: 11998994.

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.

- 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.
- 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 asimple tool for the assessment of home noninvasive ventilation: theS(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_2 to assess nocturnal hypoventilation in restrictive lung disorders. Respirology. 2016Georges 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
- 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, 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_2 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. $PaCO_2$ 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 $PaCO_2$ 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 <u>un plan progressif</u> 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, 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.
- 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 GCombined 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_2

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.

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, Malinovschi 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.
- 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.

- 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.
- 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, Montanyà J, Monsó E, Blanch L, Pomares X, Lujàn 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.

Conseils n° 18 à 21 concernant l'oxycapnographie

- Aarrestad, Sigurd, Elin Tollefsen, Anne Louise Kleiven, Magnus Qvarfort, Jean-Paul Janssens, and Ole Henning Skjønsberg. 2016. "Validity of Transcutaneous PCO2 in Monitoring Chronic Hypoventilation Treated with Non-Invasive Ventilation." Respiratory Medicine 112 (March): 112–18. https://doi.org/10.1016/j.rmed.2016.01.017.
- Bauman, Kristy A., Armando Kurili, Shelley L. Schmidt, Gianna M. Rodriguez, Anthony E. Chiodo, and Robert G. Sitrin. 2013. "Home-Based Overnight Transcutaneous Capnography/Pulse Oximetry for Diagnosing Nocturnal Hypoventilation Associated with Neuromuscular Disorders." Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 94 (1): 46–52. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.08.215.
- Bendjelid, Karim, Nicolas Schütz, Martin Stotz, Isabelle Gerard, Peter M. Suter, and Jacques-André Romand. 2005. "Transcutaneous PCO2 Monitoring in Critically Ill Adults: Clinical Evaluation of a New Sensor." Critical Care Medicine 33 (10): 2203–6. https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000181734.26070.26.
- Berry, Richard B., Rohit Budhiraja, Daniel J. Gottlieb, David Gozal, Conrad Iber, Vishesh K. Kapur, Carole L. Marcus,

et al. 2012. “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.” Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine 8 (5): 597–619. https://doi.org/10.5664/jcsm.2172.

- Chhajed, Prashant N., Parag Chaudhari, Chandrashekhar Tulasigeri, Arvind Kate, Rajendra Kesarwani, David Miedinger, Joerg Leuppi, and Florent Baty. 2012. “Infraclavicular Sensor Site: A New Promising Site for Transcutaneous Capnography.” Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation 72 (4): 340–42. https://doi.org/10.3109/00365513.2012.671490.
- Conway, Aaron, Elizabeth Tipton, Wei-Hong Liu, Zachary Conway, Kathleen Soalheira, Joanna Sutherland, and James Fingleton. 2019. “Accuracy and Precision of Transcutaneous Carbon Dioxide Monitoring: A Systematic Review and Meta-Analysis.” Thorax 74 (2): 157–63. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2017-211466.
- De Braekeleer, Katrien, and Michel Toussaint. 2020. “Transcutaneous Carbon Dioxide Measurement in Adult Patients with Neuromuscular Disorders: A Quality Level Assessment.” Journal of Neuromuscular Diseases, September. https://doi.org/10.3233/JND-200516.
- Ergan, Begum, Simon Oczkowski, Bram Rochwerg, Annalisa Carlucci, Michelle Chatwin, Enrico Clini, Mark Elliott, et al. 2019. “European Respiratory Society Guidelines on Long-Term Home Non-Invasive Ventilation for Management of COPD.” The European Respiratory Journal 54 (3). https://doi.org/10.1183/13993003.01003-2019.
- Gancel, P.-E., E. Roupie, L. Guittet, S. Laplume, and N. Terzi. 2011. “Accuracy of a Transcutaneous Carbon Dioxide Pressure Monitoring Device in Emergency Room Patients with Acute Respiratory Failure.” Intensive Care Medicine 37 (2): 348–51. https://doi.org/10.1007/s00134-010-2076-1.
- Georges, Marjolaine, Danièle Nguyen-Baranoff, Lucie Griffon, Clement Foignot, Philippe Bonniaud, Philippe Camus, Jean-Louis Pepin, and Claudio Rabec. 2016. “Usefulness of Transcutaneous PCO2 to Assess Nocturnal Hypoventilation in Restrictive Lung Disorders.” Respirology (Carlton, Vic.) 21 (7): 1300–1306. https://doi.org/10.1111/resp.12812.
- Górska, K., P. Korczyński, M. Maskey-Warzęchowska, R. Chazan, and R. Krenke. 2015. “Variability of Transcutaneous Oxygen and Carbon Dioxide Pressure Measurements Associated with Sensor Location.” Advances in Experimental Medicine and Biology 858: 39–46. https://doi.org/10.1007/5584_2015_126.
- Hoffmann, U., D. Essfeld, and J. Stegemann. 1990. “Comparison of Arterial, End-Tidal and Transcutaneous PCO2 during Moderate Exercise and External CO2 Loading in Humans.” European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology 61 (1–2): 1–4. https://doi.org/10.1007/BF00236685.
- Janssens, J. P., C. Howarth-Frey, J. C. Chevrolet, B. Abajo, and T. Rochat. 1998. “Transcutaneous PCO2 to Monitor Noninvasive Mechanical Ventilation in Adults: Assessment of a New Transcutaneous PCO2 Device.” Chest 113 (3): 768–73. https://doi.org/10.1378/chest.113.3.768.
- Janssens, J. P., E. Perrin, I. Bennani, B. de Muralt, V. Titelion, and C. Picaud. 2001. “Is Continuous Transcutaneous Monitoring of PCO2 (TcPCO2) over 8 h Reliable in Adults?” Respiratory Medicine 95 (5): 331–35. https://doi.org/10.1053/rmed.2001.1045.
- Janssens, Jean-Paul, André Laszlo, Christophe Uldry, Véronique Titelion, Claudette Picaud, and Jean-Pierre Michel. 2005. “Non-Invasive (Transcutaneous) Monitoring of PCO2 (TcPCO2) in Older Adults.” Gerontology 51 (3): 174–78. https://doi.org/10.1159/000083990.
- Lermuzeaux, Mathilde, Henri Meric, Bertrand Sauneuf, Salomé Girard, Hervé Normand, Frédéric Lofaso, and Nicolas Terzi. 2016. “Superiority of Transcutaneous CO2 over End-Tidal CO2 Measurement for Monitoring Respiratory Failure in Nonintubated Patients: A Pilot Study.” Journal of Critical Care 31 (1): 150–56. https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.09.014.
- Mokhlesi, Babak, Juan Fernando Masa, Jan L. Brozek, Indira Gurubhagavatula, Patrick B. Murphy, Amanda J. Piper, Aiman Tulaimat, et al. 2019. “Evaluation and Management of Obesity Hypoventilation Syndrome. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline.” American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 200 (3): e6–24. https://doi.org/10.1164/rccm.201905-1071ST.
- Oppen, James D. van, Priya S. Daniel, and Milind P. Sovani. 2015. “What Is the Potential Role of Transcutaneous Carbon Dioxide in Guiding Acute Noninvasive Ventilation?” Respiratory Care 60 (4): 484–91. https://doi.org/10.4187/respcare.03335.
- Orlikowski, David, Helene Prigent, Maria-Antonia Quera Salva, Nicholas Heming, Cendrine Chaffaut, Sylvie Chevret, Djillali Annane, Frederic Lofaso, and Adam Ogna. 2017. “Prognostic Value of Nocturnal Hypoventilation in Neuromuscular Patients.” Neuromuscular Disorders: NMD 27 (4): 326–30. https://doi.org/10.1016/j.nmd.2016.12.006.
- Phan, C. Q., K. K. Tremper, S. E. Lee, and S. J. Barker. 1987. “Noninvasive Monitoring of Carbon Dioxide: A Comparison of the Partial Pressure of Transcutaneous and End-Tidal Carbon Dioxide with the Partial Pressure of Arterial Carbon Dioxide.” Journal of Clinical Monitoring 3 (3): 149–54. https://doi.org/10.1007/BF01695936.
- Rodriguez, Pablo, François Lellouche, Jerome Aboab, Christian Brun Buisson, and Laurent Brochard. 2006. “Transcutaneous Arterial Carbon Dioxide Pressure Monitoring in Critically Ill Adult Patients.” Intensive Care Medicine

32 (2): 309–12. https://doi.org/10.1007/s00134-005-0006-4.

- Roediger, Regine, Beatrice Beck-Schimmer, Oliver M. Theusinger, Denise Rusch, Burkhardt Seifert, Donat R. Spahn, Edith R. Schmid, and Werner Baulig. 2011. "The Revised Digital Transcutaneous PCO2/SpO2 Ear Sensor Is a Reliable Noninvasive Monitoring Tool in Patients after Cardiac Surgery." Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 25 (2): 243–49. https://doi.org/10.1053/j.jvca.2010.06.021.
- Severinghaus, J. W., and A. F. Bradley. 1958. "Electrodes for Blood PO2 and PCO2 Determination." Journal of Applied Physiology 13 (3): 515–20. https://doi.org/10.1152/jappl.1958.13.3.515.
- Sridhar, M. K., R. Carter, F. Moran, and S. W. Banham. 1993. "Use of a Combined Oxygen and Carbon Dioxide Transcutaneous Electrode in the Estimation of Gas Exchange during Exercise." Thorax 48 (6): 643–47. https://doi.org/10.1136/thx.48.6.643.
- Storre, Jan H., Boris Steurer, Hans-Joachim Kabitz, Michael Dreher, and Wolfram Windisch. 2007. "Transcutaneous PCO2 Monitoring during Initiation of Noninvasive Ventilation." Chest 132 (6): 1810–16. https://doi.org/10.1378/chest.07-1173.
- Tabachnik, E., N. L. Muller, A. C. Bryan, and H. Levison. 1981. "Changes in Ventilation and Chest Wall Mechanics during Sleep in Normal Adolescents." Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology 51 (3): 557–64. https://doi.org/10.1152/jappl.1981.51.3.557.
- Ward, S., M. Chatwin, S. Heather, and A. K. Simonds. 2005. "Randomised Controlled Trial of Non-Invasive Ventilation (NIV) for Nocturnal Hypoventilation in Neuromuscular and Chest Wall Disease Patients with Daytime Normocapnia." Thorax 60 (12): 1019–24. https://doi.org/10.1136/thx.2004.037424.

Conseil n°22 : Concernant le dépistage pré opératoire

- Sabaté S, Mazo V, Canet J. Predicting postoperative pulmonary complications: implications for outcomes and costs. Curr Opin Anaesthesiol. avr 2014;27(2):201-9.
- Powell HA, Tata LJ, Baldwin DR, Stanley RA, Khakwani A, Hubbard RB. Early mortality after surgical resection for lung cancer: an analysis of the English National Lung cancer audit. Thorax. sept 2013;68(9):826-34.
- Smetana GW. Preoperative pulmonary evaluation. N Engl J Med. 25 mars 1999;340(12):937-44.
- Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE, American College of Physicians. Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: systematic review for the American College of Physicians. Ann Intern Med. 18 avr 2006;144(8):581-95.
- Yao L, Luo J, Liu L, Wu Q, Zhou R, Li L, et al. Risk factors for postoperative pneumonia and prognosis in lung cancer patients after surgery: A retrospective study. Medicine (Baltimore). 2 avr 2021;100(13):e25295.
- Stefan MS, Hill NS, Raghunathan K, Liu X, Pekow PS, Memtsoudis SG, et al. Outcomes Associated with Early Postoperative Noninvasive Ventilation in Bariatric Surgical Patients with Sleep Apnea. J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med. 15 nov 2016;12(11):1507-16.
- Warner DO. Preventing postoperative pulmonary complications: the role of the anesthesiologist. Anesthesiology. mai 2000;92(5):1467-72.
- Semik M, Schmid C, Trösch F, Broermann P, Scheld HH. Lung cancer surgery--preoperative risk assessment and patient selection. Lung Cancer Amst Neth. sept 2001;33 Suppl 1:S9-15.
- Simonneau G, Vivien A, Sartene R, Kunstlinger F, Samii K, Noviant Y, et al. Diaphragm dysfunction induced by upper abdominal surgery. Role of postoperative pain. Am Rev Respir Dis. nov 1983;128(5):899-903.
- Thompson JS, Baxter BT, Allison JG, Johnson FE, Lee KK, Park WY. Temporal patterns of postoperative complications. Arch Surg Chic Ill 1960. juin 2003;138(6):596-602; discussion 602-603.

1- Il est conseillé de dépister et de prendre en charge en pré opératoire, les patients atteints de SAOS.

- American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of patients with obstructive sleep apnea. Practice guidelines for the perioperative management of patients with obstructive sleep apnea: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Management of patients with obstructive sleep apnea. Anesthesiology. févr 2014;120(2):268-86.

- Chung F, Nagappa M, Singh M, Mokhlesi B. CPAP in the Perioperative Setting: Evidence of Support. CHEST. 1 févr 2016;149(2):586-97.

2- Il conseillé de dépister, de prendre en charge en pré-opératoire ou de recommander une vigilance post opératoire pour des malades à risque d'hypoventilation ou d'encombrement comme les malades atteints de BPCO sévère, de maladie neuromusculaire avancée ou de maladie restrictive de paroi sévère

- Smetana GW. Postoperative pulmonary complications: an update on risk assessment and reduction. Cleve Clin J Med. nov 2009;76 Suppl 4:S60-65.
- Rennotte MT, Baele P, Aubert G, Rodenstein DO. Nasal continuous positive airway pressure in the perioperative management of patients with obstructive sleep apnea submitted to surgery. Chest. févr 1995;107(2):367-74.
- Barsdorf AI, Sproule DM, Kaufmann P. Scoliosis surgery in children with neuromuscular disease: findings from the US National Inpatient Sample, 1997 to 2003. Arch Neurol. févr 2010;67(2):231-5.
- Khirani S, Bersanini C, Aubertin G, Bachy M, Vialle R, Fauroux B. Non-invasive positive pressure ventilation to facilitate the post-operative respiratory outcome of spine surgery in neuromuscular children. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. juill 2014;23 Suppl 4:S406-411.

Conseil n°23 Il est recommandé de ne pas utiliser de VNI systématique en pré opératoire pour des malades qui ne seraient pas à risque de problème respiratoire (cf conseil 22)

- Paleiron N, Grassin F, Lancelin C, Tromeur C, Margery J, Natale C, et al. Assessment of preoperative noninvasive ventilation before lung cancer surgery: The preOVNI randomized controlled study. J Thorac Cardiovasc Surg. oct 2020;160(4):1050-1059.e3.

Conseil n°24 : Il est proposé d'essayer une VNI pré opératoire chez des patients considéré à risque de nécessiter de la VNI en post opératoire (Cf conseil 22) dans un objectif pédagogique et potentiellement favoriser la mise en place au cours de la période post opératoire

- Perrin C, Jullien V, Vénissac N, Berthier F, Padovani B, Guillot F, et al. Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. Respir Med. juill 2007;101(7):1572-8.
- Guerra Hernández E, Rodríguez Pérez A, Freixinet Gilard J, Martín Álamo MN, Escudero Socorro M, Rodríguez Suárez P, et al. Prophylactic use of non-invasive mechanical ventilation in lung resection. Eur Rev Med Pharmacol Sci. janv 2018;22(1):190-8.

Conseil n°25 : La VNI post opératoire purement prophylactique peut avoir une place pour les patients à haut risque de complication (Cf conseil 22)

- Sağıroğlu G, Baysal A, Copuroğlu E, Gül Y, Karamustafaoğlu Y, Dogukan M. Does early use of bilevel positive airway pressure (bipap) in cardiothoracic intensive care unit prevent reintubation? Int J Clin Exp Med. 2014;7(10):3439-46.
- Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD, Desaive CJ, Lamy ML. Effect of bi-level positive airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. Chest. mars

1997;111(3):665-70.

- Lorut C, Lefebvre A, Planquette B, Quinquis L, Clavier H, Santelmo N, et al. Early postoperative prophylactic noninvasive ventilation after major lung resection in COPD patients: a randomized controlled trial. Intensive Care Med. févr 2014;40(2):220-7.
- Lockstone J, Parry SM, Denehy L, Robertson IK, Story D, Parkes S, et al. Physiotherapist administered, non-invasive ventilation to reduce postoperative pulmonary complications in high-risk patients following elective upper abdominal surgery; a before-and-after cohort implementation study. Physiotherapy. mars 2020;106:77-86.

Conseil n°26 : Il est recommandé de prendre l'avis d'un pneumologue en cas de nécessité de poursuivre une VNI mise en place en post opératoire immédiat par l'équipe d'anesthésie réanimation et qui nécessiterait des appareils de domicile

- Auriant I, Jallot A, Hervé P, Cerrina J, Le Roy Ladurie F, Fournier JL, et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. Am J Respir Crit Care Med. 1 oct 2001;164(7):1231-5.
- Lefebvre A, Lorut C, Alifano M, Dermine H, Roche N, Gauzit R, et al. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure after lung resection: an observational study. Intensive Care Med. avr 2009;35(4):663-70.
- Jaber S, Delay J-M, Chanques G, Sebbane M, Jacquet E, Souche B, et al. Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with noninvasive positive pressure ventilation. Chest. oct 2005;128(4):2688-95.
- Jaber S, Lescot T, Futier E, Paugam-Burtz C, Seguin P, Ferrandiere M, et al. Effect of Noninvasive Ventilation on Tracheal Reintubation Among Patients With Hypoxemic Respiratory Failure Following Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 5 avr 2016;315(13):1345-53.
- Squadrone V, Coha M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. JAMA. 2 févr 2005;293(5):589-95.

Conseil n°27 En dehors de l'insuffisance respiratoire aiguë post opératoire et son utilisation recommandée par la société d'anesthésie/réanimation (29), il n'est pas recommandé d'utiliser l'O2HD en pré ou post opératoire prophylactique.

- Rochwerg B, Einav S, Chaudhuri D, Mancebo J, Mauri T, Helviz Y, et al. The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline. Intensive Care Med. déc 2020;46(12):2226-37.