



FÉDÉRATION ALGÉRIENNE DE PHARMACIE

Disponible en ligne sur

**ASJP**  
 Algerian Scientific Journal Platform

<https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/436>


## REVUE GENERALE

# Oxygénothérapie : Revue de la littérature sur les systèmes et les dispositifs de dispensation de l'oxygène médical

Oxygen Therapy: A literature Review on medical oxygen devices and delivery systems.

Mohammed Adil SELKA<sup>a,\*</sup>, Mohammed Yacine ACHOURI<sup>b</sup>, Amel CHENAFAB<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Département de Pharmacie-faculté de Médecine-Laboratoire Toxicomed-Université de Tlemcen

<sup>b</sup> Département de Pharmacie-Faculté de Médecine-Université Djillali Liabès

### Mots clés

Oxygène  
Dispositif  
Covid-19  
Délivrance

### Résumé

L'infection au Sars-CoV-2 (COVID-19) est à l'origine de la pandémie qui a touché des millions de personnes dans le monde avec des manifestations pulmonaires allant de la pneumonie légère au syndrome de détresse respiratoire aigüe, caractérisé par une hypoxie qui peut être sévère. L'oxygénothérapie est devenue rapidement un outil incontournable pour la prise en charge de la détresse respiratoire causée par cette infection. Suite à la saturation des hôpitaux, l'oxygène médical est devenu très demandé par les patients hospitalisés ou à domicile et il y a eu une très grande curiosité de la part de la population sur les différents systèmes et dispositifs médicaux qui interviennent dans l'oxygénothérapie, d'où cette revue de la littérature qui résume les différents dispositifs et systèmes d'administration de l'oxygène médical.

© 2023 Fédération Algérienne de Pharmacie. Tous droits réservés.

### KEYWORDS

Oxygen  
Device  
Covid-19  
Delivery

### Abstract

The Sars-CoV-2 (COVID-19) infection is the cause of the pandemic that has touched millions of people all over the world with pulmonary manifestations ranging from mild pneumonia to respiratory distress syndrome and characterized by hypoxia.

Oxygen therapy has rapidly become an essential tool for the management of the respiratory distress caused by this infection. Following hospital overcrowding during COVID-19 surges, medical oxygen has become highly demanded by domiciliary and out-patient and there has been a great interest for different medical systems and devices involved in oxygen therapy, hence this literature review, which summarizes the different devices and systems of medical oxygen delivery.

© 2023 Fédération Algérienne de Pharmacie. All rights reserved.

\* Auteur correspondant :

Adresse e-mail : [ad.selka@gmail.com](mailto:ad.selka@gmail.com) (MA.SELKA)

## Introduction :

La pandémie de COVID-19 causée par le virus SRAS-CoV-2 est une maladie principalement respiratoire qui provoque une hypoxémie aiguë. En raison de sa grande contagiosité, elle s'est répandue dans le monde entier et a entraîné une urgence de santé publique de portée internationale. La plupart des patients positifs au COVID 19 présentent des symptômes respiratoires légers. Cependant, 14 % des patients présentent une insuffisance respiratoire hypoxique nécessitant une hospitalisation avec une oxygénothérapie [1]. L'incidence de l'insuffisance respiratoire aiguë sévère malgré l'oxygénothérapie conventionnelle serait de 5 % dans les pneumonies COVID 19 [2].

L'oxygénation optimale est la pierre angulaire de la prise en charge des patients atteints de pneumonie COVID modérée ou sévère [3].

Avant l'apparition de la pandémie, L'utilisation de l'oxygène s'est déjà étendue du milieu hospitalier au milieu ambulatoire pour les patients souffrant de maladies pulmonaires chroniques et de complications de l'hypoxémie [4]

La pandémie Covid-19 a bousculé les pratiques de l'oxygénothérapie notamment celle à domicile avec l'utilisation des concentrateurs à oxygène et des bouteilles, la sélection et la prescription optimales des dispositifs d'oxygénothérapie à domicile nécessitent une compréhension claire de ces derniers. Dans cette revue, il est présenté les différents dispositifs et systèmes d'administration de l'oxygène médical.

## Concentrateur d'oxygène :

### •Principe de fonctionnement

Les concentrateurs d'oxygène constituent une source sûre d'air enrichi en oxygène. Les concentrateurs d'oxygène (parfois appelés générateurs d'oxygène) sont des appareils qui aspirent l'air ambiant à travers une série de filtres qui éliminent la poussière, les bactéries et autres particules.

Dans une première étape du processus de concentration, l'appareil pousse l'air dans l'un des deux cylindres contenant un matériau de "tamis" moléculaire ou des membranes semi-perméables, où l'azote y est absorbé, laissant de l'oxygène concentré (90 % ou plus) et un petit pourcentage d'autres gaz présents dans l'air ambiant. Parallèlement, dans l'autre cylindre, l'azote est résorbé et évacué dans l'atmosphère. Dans une deuxième étape, la fonction des cylindres est inversée dans un cycle minuté, fournissant un flux continu d'oxygène au patient. Un concentrateur d'oxygène typique peut fournir des débits d'oxygène de 0,5 à 5 L/min (concentrateurs

d'oxygène à faible débit), tandis que certains modèles peuvent générer jusqu'à 20 L/min (concentrateurs d'oxygène à haut débit) [5].

### •Types de concentrateurs d'oxygène et d'apport d'oxygène

Il existe deux types de concentrateurs d'oxygène : fixe et portable. Les concentrateurs fixes fournissent une alimentation ininterrompue en oxygène avec un débit allant de 0,5 à 10-15 L/min. Ils ont un poids moyen d'environ 10 kg. Ils sont dotés de plusieurs poignées ergonomiques intégrées, qui permettent de soulever ou de faire rouler l'appareil (figure 1A). De nouveaux concentrateurs miniatures ont récemment fait leur apparition sur le marché, rendant les concentrateurs fixes plus mobiles (figure 1B). Le concentrateur se branche sur le réseau électrique principal de la maison et consomme 300 W (ou moins) par heure (soit l'équivalent de quatre ampoules électriques). Une bouteille de gaz comprimé de secours est parfois fournie, à utiliser en cas de panne de courant.

Une option relativement nouvelle est le concentrateur domestique de très petite taille, qui peut peser environ 4,5 kg. Ces appareils fonctionnent à la fois sur courant alternatif (CA ; par exemple, à partir d'une prise murale) et sur courant continu (CC ; par exemple, à partir d'une prise allume-cigare) et sont mobiles (par exemple, ils peuvent être facilement déplacés d'une pièce à une autre ou transportés en voiture pour les voyages). Ils prennent actuellement en charge des débits d'oxygène allant jusqu'à 2 L/min.

Les concentrateurs d'oxygène portables sont la dernière technologie pour les utilisateurs de l'oxygénothérapie de longue durée (OLD) qui souhaitent une source d'oxygène petite, légère et portable dans une unité compacte et mobile. Les concentrateurs portables varient en termes de poids, de taille, de réglage du débit d'oxygène, de plage de L/min et d'autonomie de la batterie, ainsi que d'autres spécifications.



Figure 1 : concentrateur d'oxygène :A :fixe, B : portable

Les principales différences entre les concentrateurs fixes et les concentrateurs portables peuvent être résumées par quatre facteurs majeurs : le débit d'oxygène, la taille et le poids, les options d'alimentation et le prix.

Les concentrateurs d'oxygène fixes ont un débit d'oxygène plus élevé et sont moins coûteux. Les concentrateurs d'oxygène portables sont plus petits et moins lourds, et offrent une plus grande flexibilité en matière de source d'alimentation. Pour les patients qui mènent une vie active et sont souvent éloignés d'une source d'alimentation en courant alternatif (prise murale), un concentrateur d'oxygène portable est le meilleur choix. La plupart des concentrateurs d'oxygène portables utilisent des batteries lithium-ion, qui se dégradent avec le temps. La plupart de ces batteries peuvent être rechargées environ 300 fois sans altération significative.

En général, il existe deux types d'administration d'oxygène à partir des concentrateurs : l'administration de doses en flux continu et l'administration en mode pulsé. L'administration d'une dose en flux continu fournit un débit d'oxygène constant, régulier et fiable en fonction du nombre de L/min, tandis que l'administration en mode pulsé fournit un "bolus" d'oxygène pulsé lorsque l'utilisateur commence à respirer. Au départ, le réglage du débit individuel doit être ajusté [6, 7]

#### •Indications

Les concentrateurs d'oxygène fixes sont couramment utilisés par les patients (OLD), car ils sont plus rentables et plus sûrs que l'utilisation de bouteilles de gaz comprimé. Les concentrateurs d'oxygène sont recommandés pour les patients qui utilisent de l'oxygène pendant plus de 1,4 h/jour. Les guidelines ne donnent pas d'indications sur le choix du dispositif d'administration, mais suggèrent seulement l'utilisation d'un dispositif portable chez les sujets sous OLD qui quittent régulièrement leur domicile. L'oxygénothérapie ambulatoire peut améliorer la tolérance à l'effort et l'essoufflement, bien qu'il n'y ait pas de bénéfice de l'oxygène avant et après l'effort chez la plupart des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). En outre, elle peut permettre une augmentation de l'utilisation quotidienne d'oxygène et/ou une meilleure observance [5].

#### •Avantages et inconvénients

Des résultats probants issus d'études prospectives et rétrospectives et d'essais contrôlés randomisés (avec un suivi d'au moins 12 mois) suggèrent que l'utilisation d'un concentrateur d'oxygène, lorsqu'elle est appropriée, améliore les taux de survie pour les affections respiratoires, améliore l'attention mentale, augmente l'endurance et

améliore l'humeur. La majorité des études ont été réalisées chez des patients atteints de BPCO et il est à noter que la durée de l'apport en oxygène en soi affecte la survie. Dans les cas de bronchopneumopathie chronique obstructive hypoxémique, l'oxygénothérapie continue est associée à une mortalité plus faible que l'oxygénothérapie nocturne [8].

#### Avantages

Les concentrateurs d'oxygène n'ont pas besoin d'être rechargés. Les concentrateurs fonctionnent sur l'énergie électrique et fournissent donc une quantité illimitée d'oxygène. Les concentrateurs portables peuvent être utilisés en mode "on-the-go" avec une batterie, ce qui permet d'obtenir jusqu'à 12 heures d'utilisation continue pour certains modèles. À long terme, les concentrateurs sont plus rentables que les bouteilles de gaz comprimé et leur durée de vie peut atteindre 1500 heures d'utilisation continue [9].

#### Inconvénients

L'inconvénient majeur des concentrateurs d'oxygène est qu'ils ont besoin d'énergie électrique pour fonctionner. Il est nécessaire de se préparer à des coupures de courant imprévues en installant un générateur de secours à domicile. Les patients qui utilisent des concentrateurs d'oxygène fixes et sans batterie doivent tenir compte de la nécessité du changement hebdomadaire des filtres, de l'entretien régulier et de la période de chauffe de la machine, ainsi que du bruit et des vibrations provoqués par d'anciens modèles [9].

#### •Coûts associés

Le marché mondial des concentrateurs d'oxygène médicaux était évalué à 2,54 milliard de dollars en 2020. Le marché devrait se développer à un taux de croissance annuel composé de 4,7% entre 2022 et 2027 et devrait atteindre 2,54 milliard de dollars à la fin de 2027. Les prix des concentrateurs d'oxygène à domicile neufs dépendent des batteries et des autres accessoires, et vont de 595 dollars à 2000 dollars. Les concentrateurs d'oxygène d'occasion sont moins chers (595 à 1500 dollars), en fonction des heures, de la garantie et de l'état de l'appareil. Cependant, la location d'un concentrateur d'oxygène stationnaire peut aller de 35 dollars par jour à plus de 200 dollars par semaine, mais des contrats de location prolongés peuvent permettre de bénéficier d'une remise [10].

#### Bouteilles de gaz comprimé

Les bouteilles de gaz comprimé présentent certaines différences par rapport aux concentrateurs d'oxygène, qui sont résumées dans le tableau 1.

La figure 2 montre des bouteilles d'oxygène comprimé de différentes dimensions

**Tableau 1 : Principales différences entre les concentrateurs d'oxygène et les bouteilles de gaz comprimé [8]**

	concentrateur d'oxygène	bouteille de gaz comprimé
<b>Source d'énergie demandée</b>	Oui, en continu (selon le modèle : 100-600 W)	Non
<b>Transport</b>	Uniquement lors de la première utilisation	Régulièrement, lourd et couteux
<b>Alimentation en O2</b>	Alimentation en continue tant qu'il reste branché à une source d'énergie électrique	Alimentation limitée qui dépend de la pression de stockage et des besoins du patient
<b>Entretien</b>	Modéré : nettoyage des filtres et de l'extérieur de l'appareil, et réduction des risques d'incendie.	Minimal : contrôle régulier, réduire les risques d'incendie (pas de graisse ni de produits inflammables)
<b>Coûts de fonctionnement</b>	faible : électricité et entretien	Élevé : recharge des bouteilles et transport vers et à partir de du point de recharge
<b>Maintenance</b>	Modérée : vérifier le débit d'oxygène avec un analyseur.	Modéré : vérifier les fuites de pression avec un manomètre



**Figure 2 : bouteilles d'oxygène comprimé de différentes dimensions**

Une bouteille à gaz est un récipient métallique rempli de gaz comprimé et maintenu sous haute pression. Les bouteilles d'oxygène sont disponibles

sous différentes de tailles qui déterminent leur capacité en oxygène, les bouteilles vont de petites bouteilles portables à usage ambulatoire (par exemple, 53 cm de hauteur, 3 kg de poids, 430 L d'oxygène) aux grandes bouteilles statiques (par exemple, 71 cm de hauteur, 18 kg de poids, 2122 L d'oxygène). Un sac à dos, un chariot ou un chariot à roulettes peut être nécessaire pour la mobilité, en fonction de la taille et du poids de la bouteille ainsi que de l'activité et de la condition physique du patient. Les bouteilles d'oxygène ont un code couleur et un corps blanc pour les distinguer des autres gaz médicaux [11].

#### •Principe de fonctionnement

Un détendeur est fixé au sommet de la bouteille et fonctionne comme un robinet, permettant de régler en toute sécurité le débit d'oxygène fourni, en L/min. Lorsque le robinet est ouvert manuellement, l'oxygène emprunte la ligne de moindre résistance jusqu'au patient via un dispositif d'administration d'oxygène (par exemple, un tube avec un masque ou des canules nasales). Un baromètre affiche la pression d'oxygène restante dans la bouteille, afin d'estimer la quantité d'oxygène disponible pour l'approvisionnement du patient.

La capacité d'une bouteille d'oxygène comprimé est relativement faible : par exemple, avec une pression de remplissage de 200 bars et 400 litres d'oxygène, l'alimentation en oxygène du patient sera suffisante pour 2,5 heures, selon le débit [12]. A domicile ou à l'hôpital, les bouteilles sont remplies par un fournisseur de gaz médicaux. La fréquence des livraisons dépend de la taille de la bouteille et de la consommation d'oxygène. Certaines bouteilles peuvent être rechargées par un concentrateur d'oxygène [13].

Par rapport au débit d'oxygène en continu, Les valves économiseuses d'oxygène délivrent de l'oxygène pulsé uniquement pendant l'inspiration du patient. Ces systèmes de distribution d'oxygène "à la demande" permettent aux bouteilles de durer plus longtemps, puisque le gaspillage d'oxygène pendant l'expiration est réduit. Il a été démontré que Les valves économiseuses d'oxygène peuvent réduire de 50 % la consommation d'oxygène, ce qui permet de réduire le nombre de livraisons à domicile et donc les coûts .Cependant, les dispositifs de maintien de l'oxygène varient selon leur capacité à maintenir les niveaux de saturation en oxygène artériel pendant l'exercice, et certains patients ont du mal à les déclencher en raison du stade avancé de leur maladie pulmonaire [13].

#### •Indication

Pour les patients qui ont besoin d'une oxygénothérapie à domicile, les bouteilles de gaz comprimé sont généralement associées à un

concentrateur d'oxygène. Ces patients sont moins mobiles, passent la majorité de leur temps à domicile et ont rarement besoin d'oxygène mobile, c'est pourquoi les bouteilles de gaz comprimé peuvent servir de solution de secours en cas de coupures de courant ou de pannes du concentrateur. A l'hôpital, les bouteilles de gaz comprimé mobiles sont principalement utilisées pour l'approvisionnement temporaire en oxygène des patients sous ventilation invasive lorsqu'ils doivent subir des procédures diagnostiques ou thérapeutiques en dehors de l'unité de soins intensifs [12]

#### •Corrélation avec les résultats cliniques

Lorsque des bouteilles portables standard ont été comparées à des bouteilles légères chez des patients atteints de BPCO, dans le cadre d'une étude clinique prospective, randomisée, multicentrique mené par le COPD Clinical Research Network, aucune différence n'a été constatée dans les niveaux d'activité, la saturation en oxygène, le score de Borg ou le test de marche de 6 minutes [14].

Une étude prospective randomisée à groupes multiples et à mesures répétées a comparé l'utilisation d'oxygène liquide, d'une bouteille à remplir à domicile d'une grande capacité, d'un concentrateur portable et d'une petite bouteille chez 39 patients atteints de BPCO sévère et stable. Aucune différence n'a été constatée entre la saturation en oxygène, la distance parcourue ou le temps utilisé [15]. Une autre étude clinique prospective et randomisée réalisée chez des patients atteints de BPCO a comparé l'oxygène liquide et les bouteilles portables pour une utilisation à domicile et a montré qu'aucun des deux n'améliorait la qualité de vie [16].

#### •Avantages et inconvénients

##### Avantages

De nos jours, les bouteilles d'oxygène comprimé sont comparativement le moyen le moins pratique d'approvisionnement en oxygène. Cependant, en fonction de la demande du patient, une bouteille peut suffire en combinaison avec un concentrateur d'oxygène fixe [13].

##### Inconvénients

En raison de leur taille et de leur poids, les bouteilles sont moins pratiques à. Les patients peuvent bénéficier de chariots à roulettes ou de sacs à dos pour leur permettre de transporter leur équipement d'oxygène à domicile [13]. Par rapport à l'oxygène liquide, les bouteilles sont les moins appréciées, tandis que l'oxygène liquide est le plus apprécié, avec à long terme les coûts plus [17]. Malgré l'absence d'amélioration de la qualité

de vie, les patients utilisant des bouteilles portables, par rapport à ceux qui utilisaient l'oxygène liquide, passaient significativement moins de temps à l'extérieur de la maison et utilisaient moins leur oxygène [16].

#### L'oxygène Liquide

L'introduction de l'oxygène liquide a révolutionné l'oxygénothérapie à domicile. Le premier système d'oxygène liquide à domicile a été développé en 1965 dans le but de fournir un système d'oxygène stationnaire plus large à l'intérieur du domicile, avec des appareils portables d'oxygène liquide plus petits qui peuvent être rechargés et utilisés à l'extérieur du domicile [18]

#### •Comment les circuits d'oxygène liquide délivrent-ils l'oxygène ?

L'oxygène liquide est un liquide cryogénique, c'est-à-dire un gaz liquéfié dont le point d'ébullition est de -183°C. L'oxygène liquide permet de stocker une plus grande quantité d'oxygène (gaz) sous forme liquide dans un petit réceptacle, le rapport d'expansion de 860:1 de l'oxygène liquide signifie que lorsqu'un litre d'oxygène liquide s'évapore, il se transforme en environ 860 litres d'oxygène gazeux. L'oxygène liquide médical (d'une pureté minimale de 99,5 %) doit d'abord être vaporisé en un gaz comprimé puis réchauffé à la température ambiante (de la pièce) à l'intérieur de l'équipement avant que le patient puisse recevoir l'oxygène par un tube dans les narines via une canule nasale [19]. La durée d'utilisation de l'oxygène ambulatoire dans le réservoir portable dépend du débit d'oxygène utilisé par le patient, tel que prescrit par le médecin traitant.

Les réservoirs de stockage fixes et les réservoirs portables existent en différentes tailles. Ces deux récipients cryogéniques conservent le liquide à basse température. Les petits récipients stationnaires peuvent permettre une recharge pratique dans une voiture ou une camionnette lors de déplacements prolongés hors du domicile. Si le patient est sous oxygène liquide à haut débit (jusqu'à 15 L/min d'oxygène en débit continu), il est important de noter que de la glace peut se former sur les serpentins d'échange thermique du portable en raison du gel de l'humidité ambiante. Ces patients possèdent généralement deux systèmes portables pour faciliter une utilisation continue, ce qui permet de dégivrer l'une des unités tout en utilisant l'oxygène ambulatoire dans l'autre [20].

#### • Indications

Choisir le meilleur système d'administration d'oxygène pour le malade peut être un défi pour le clinicien. Il existe deux facteurs décisifs pour choisir entre l'oxygène liquide et l'oxygène

provenant d'une bouteille de gaz comprimé, à savoir la commodité et l'efficacité. Pour les patients en ambulatoires qui souhaitent être mobiles, les données françaises limitées du registre ANTADIR soutiennent l'utilisation de l'oxygène liquide portable dans ce groupe [21]. D'après la littérature, l'oxygène liquide peut convenir aux patients souffrant d'un handicap respiratoire chronique qui pourraient reprendre le travail, qui ont besoin d'un débit  $>5$  L/min, qui peuvent marcher et qui ne peuvent pas effectuer leurs activités sans une alimentation en oxygène. Pour les patients ambulatoires nécessitant de l'oxygène à haut débit, l'oxygène liquide est l'option la plus pratique [8]. La figure 3 représente un réservoir d'oxygène liquide mobile



**Figure 3 : réservoir d'oxygène liquide mobile**

#### **Corrélation avec les résultats cliniques**

Les patients utilisant de l'oxygène liquide sont plus enclins à sortir de chez eux et à utiliser quotidiennement l'oxygène pendant de plus longues périodes que les patients utilisant des concentrateurs d'oxygène [22]. En outre, l'oxygénothérapie liquide améliore à la fois l'observance du patient et la qualité de vie liée à la santé. Des différences significatives, favorisant l'oxygénothérapie liquide par rapport aux concentrateurs d'oxygène, ont été constatées dans les mesures suivantes de la qualité de vie : fonction physique, soins corporels, déambulation, interaction sociale et score total du Sickness Impact Profile (SIP) [23]

#### **•Avantages et inconvénients**

##### **Avantages**

L'oxygène liquide prend moins de place que l'oxygène sous forme gazeuse, ce qui le rend plus facile et plus léger à transporter. Les réservoirs d'oxygène liquide sont plus sûrs que les bouteilles de gaz comprimé car ils sont sous une pression plus faible. Parmi les trois modes actuels d'administration de l'oxygène à domicile, celle de l'oxygène liquide reste la plus pratique. Des conteneurs portables légers sont remplis d'oxygène liquide à partir d'un grand réservoir fixe situé au domicile du patient, chaque fois que nécessaire, ce qui permet au patient de contrôler la fréquence de remplissage [24]. L'équipement de base fournit de l'oxygène pendant  $>11$  jours, et l'oxygène ambulatoire dans les réservoirs portables dure 8-10 heures. À un débit de 2 L/min d'oxygène, cette plus longue durée d'approvisionnement profite aux patients atteints de maladies respiratoires chroniques qui, autrement, seraient limités à un maximum de 2 h d'oxygène, limitant ainsi leur temps passé à l'extérieur. Les réservoirs d'oxygène liquide modernes sont moins encombrants à porter pour le patient que leurs prédécesseurs : 3,5 kg lorsqu'elles sont pleines contre 2,5 kg lorsqu'elles sont vides les petits contenants sont encore plus légers [23].

Par rapport à l'oxygène gazeux, les patients préfèrent le système à oxygène liquide car l'oxygène dure plus longtemps, le remplissage de la cartouche est plus simple et le système portable est plus facile à transporter en raison de son poids plus léger, cependant, les concentrateurs d'oxygène portables sont encore plus légers que les cartouches d'oxygène liquide car ils ne nécessitent pas de réservoir de stockage d'oxygène sous pression. Néanmoins, les concentrateurs d'oxygène sont moins pratiques pour les patients que l'oxygène liquide car ils nécessitent des batteries internes, des adaptateurs automobiles ou de l'électricité standard, et ce besoin d'une source d'énergie continue pourrait entraver la mobilité et l'indépendance du patient [25].

##### **Inconvénients**

Les réservoirs d'oxygène et les bidons d'oxygène liquide sont limités par une capacité limitée définie par leur taille, alors que les concentrateurs d'oxygène portables n'ont pas de réservoirs à échanger ou à recharger étant donné qu'ils aspirent l'air ambiant directement dans l'environnement, le filtrent instantanément et délivrent l'oxygène pur à environ 93 % directement au patient par la canule nasale. Il est nécessaire de garder les grands conteneurs d'oxygène liquide remplis à la maison pour réapprovisionner fréquemment les petits réservoirs portables. Les livraisons récurrentes d'oxygène peuvent être assez coûteuses. Un autre point important à retenir est que l'oxygène liquide

s'évapore constamment et doit être utilisé et réapprovisionné par un prestataire de service professionnel au moins deux à trois fois par mois. Par conséquent, l'un des principaux inconvénients de l'oxygénothérapie liquide est son coût. En outre, le nombre de patients dont la fonction pulmonaire est altérée et qui souhaitent voyager en avion est en augmentation, mais la réglementation aérienne interdit l'oxygène liquide dans les avions commerciaux [26].

#### •Coût

Comparée au traitement par concentrateur d'oxygène, l'oxygénothérapie liquide à long terme est environ quatre fois plus coûteuse. Dans leur étude suédoise de 1998, Andersson et al. ont constaté que le coût total moyen par patient sur une période de 6 mois était de 1310 USD pour le groupe concentrateur contre 4950 USD pour le groupe oxygène liquide [23]. Le remplissage des systèmes stationnaires d'oxygène liquide à une fréquence déterminée, en fonction du réglage du débit d'oxygène et de la taille de l'unité, entraîne des coûts de livraison et de service élevés. En outre, les autres coûts associés comprennent l'électricité, les coûts d'acquisition et le dosage de la gazométrie du patient [24].

### Dispositifs d'administration de l'oxygène

Les dispositifs d'administration d'oxygène sont classés en systèmes à faible débit et à haut débit. Les systèmes à faible débit fournissent un débit d'oxygène inférieur au débit inspiratoire réel (~30 L/min). Lorsque le patient inspire, l'oxygène est dilué avec l'air ambiant, et le degré de dilution dépend des débits inspiratoires. Par conséquent, ces dispositifs d'administration d'oxygène ne permettent pas un calcul précis de la fraction inspirée en oxygène (FIO<sub>2</sub>). Les dispositifs d'administration d'oxygène à haut débit fournissent des débits d'oxygène plus élevés et la FIO<sub>2</sub> est stable et n'est pas affectée par le mode de respiration du patient.

#### •dispositifs de délivrance d'oxygène à faible débit

##### Canule nasale

Les canules nasales ou lunettes à oxygène sont les dispositifs de délivrance d'oxygène le plus courant, utilisé en cas d'hypoxie légère (figure 4A). Elles délivrent de l'oxygène dans l'espace nasopharyngé et peuvent être réglées pour délivrer entre 1 et 6 L/min (24-40% FIO<sub>2</sub>). La FIO<sub>2</sub> augmente d'environ 4 % avec chaque litre d'oxygène par minute. Les canules nasales sont largement utilisées dans les dispositifs d'oxygène à domicile. Un débit d'oxygène >6 L/min doit être évité car il peut assécher la muqueuse nasale et perturber le sommeil. Une canule nasale est pratique car le patient peut parler et manger tout en recevant de

l'oxygène, et elle est facile à utiliser. Cependant, elles peuvent être facilement délogées et ne sont pas aussi efficaces chez les patients présentant une déviation de la cloison nasale ou des polypes [27].

#### Le Masque simple à oxygène

Un masque simple peut être réglé pour délivrer entre 5 et 10 L/min (35-55% FIO<sub>2</sub>), il est indiqué lorsqu'une quantité modérée d'oxygène est nécessaire. Il s'adapte sur la bouche et le nez du patient et comporte des orifices d'expiration latéraux par lesquels le patient expire le dioxyde de carbone (figure 4B). De l'air humidifié peut être ajouté si les concentrations d'oxygène provoquent une sécheresse de la muqueuse nasale. L'efficacité du masque dépend de la façon dont il est ajusté. Il peut être difficile de manger et de boire avec le masque et certains patients peuvent se sentir claustrophobes avec le masque [28].

#### Masque à oxygène à haut concentration

Un masque à oxygène à haut concentration est un dispositif à débit faible et à FIO<sub>2</sub> élevé. Il utilise un sac réservoir (~1000 mL) pour délivrer une concentration plus élevée d'oxygène (figure 4C). Une valve unidirectionnelle entre le masque et le sac réservoir empêche le patient d'inhaler l'air expiré. Elle peut être réglée pour délivrer entre 10 et 15 L/min (80-95 % d'oxygène). Un débit d'oxygène <10 L·min<sup>-1</sup> peut entraîner l'effondrement complet du sac pendant l'inspiration. La FIO<sub>2</sub> dépend du schéma respiratoire du patient. Ce masque est utile chez les patients sévèrement hypoxiques qui ventilent bien, mais il comporte un risque de rétention de gaz carbonique et d'aspiration en cas de vomissement [29].

#### Cathéter d'oxygène transtrachéal

Les cathéters à oxygène transtrachéaux (TTOC) peuvent être efficaces pour pallier à l'essoufflement et à l'hypoxémie. Le TTOC délivre de l'oxygène directement dans la trachée et il est inséré par voie percutanée dans la trachée en utilisant la technique de Seldinger. Cependant, la mise en place d'un TTOC n'a pas acquis une grande popularité car seuls quelques médecins sont formés à l'insertion du TTOC ou à la prise en charge des patients qui en sont équipés, et il existe également une réserve générale à l'égard de la réalisation de cette procédure invasive sur des patients hypoxémiques, âgés et fragiles. Le débit d'oxygène à travers un TTOC varie entre 0,5 et 4 L/min. L'administration d'oxygène par TTOC contourne « l'espace mort » anatomique dans les voies aériennes supérieures et la bouche, permettant à l'oxygène de passer directement dans la trachée. Cela réduit le besoin global en oxygène au repos et à l'effort [30].

## •dispositifs de délivrance d'oxygène à haut débit

### Masque Venturi

Un masque Venturi est un dispositif à haut débit qui permet de mesurer précisément la FIO<sub>2</sub> délivrée. Il se compose d'une bouteille d'eau stérile, d'un tube ondulé, d'un système de nébulisation du rapport air/oxygène, d'un sac de drainage et d'un masque (par exemple, un masque facial à aérosol, un masque de trachéotomie, une pièce en T, une tente faciale). Le débit d'oxygène est supérieur au débit expiratoire maximal du patient. Par conséquent, il est peu probable que le patient respire l'air de la pièce. Un masque Venturi utilise des orifices de différentes tailles pour modifier la FIO<sub>2</sub> délivrée (24-50 %) (figure 4D). La FIO<sub>2</sub> et le débit d'oxygène sont clairement indiqués en bas de chaque orifice. Il n'assèche pas les muqueuses, mais il est contraignant pour certains patients, et peut devenir gênant pour parler et manger. Il est particulièrement utile chez les patients atteints de BPCO, pour lesquels un apport précis d'oxygène est crucial [8].



**Figure 4 : Dispositifs d'administration de l'oxygène ; A : Canule à O<sub>2</sub>, B : Masque à O<sub>2</sub>, C : Masque à O<sub>2</sub> à haute concentration, D : Masque Venturi**

### Lunettes nasales à haut débit (optiflow)

Les lunettes nasales à haut débit sont composées d'un générateur de débit, d'un mélangeur air-oxygène, d'un humidificateur et d'une canule nasale. Le générateur de débit peut fournir un débit de gaz allant jusqu'à 60 L/min et le mélangeur augmente la FIO<sub>2</sub> jusqu'à 100 % tandis que l'humidificateur sature le mélange gazeux (à 31-37°C). L'oxygène humidifié et chauffé est délivré à un embout nasal à large orifice. Le débit et la FIO<sub>2</sub> peuvent être réglés indépendamment en fonction des besoins du patient en matière de débit et de FIO<sub>2</sub>. Globalement, les débits élevés et l'humidification améliorent la capacité résiduelle

fonctionnelle et la clairance mucociliaire des sécrétions, et réduisent ainsi le travail respiratoire [31].

### Conclusion

Le choix approprié des dispositifs des systèmes de délivrances de l'oxygène dépend du degré d'hypoxémie, des données existantes sur le diagnostic sous-jacent du patient et des préférences du patient. Le médecin doit avoir une connaissance consolidée de tous les dispositifs et systèmes afin de concevoir des plans d'oxygénothérapie appropriés et individualisés en fonction du patient

### Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêt.

### Références bibliographiques

1. Wu, Z. and J.M. McGoogan, Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *Jama*, 2020. **323**(13): p. 1239-1242.
2. Mehta Y, Chaudhry D, Abraham O, Chacko J, Divatia J, Jagiasi B, et al., Critical care for COVID-19 affected patients: position statement of the Indian Society of Critical Care Medicine. *Indian J Crit Care Med: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine*, 2020. **24**(4): p. 222.
3. Gibson, P.G., L. Qin, and S.H. Pua, COVID-19 acute respiratory distress syndrome (ARDS): clinical features and differences from typical pre-COVID-19 ARDS. *Med. J. Aust.* 2020. **213**(2): p. 54-56. e1.
4. GROUP\*, N.O.T.T., Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease: a clinical trial. *Ann. Intern. Med.* 1980. **93**(3): p. 391-398.
5. Melani, A.S., P. Sestini, and P. Rottoli, Home oxygen therapy: re-thinking the role of devices. *Expert Rev. Clin. Pharmacol.* 2018. **11**(3): p. 279-289.
6. Duke T, Peel D, Graham S, Howie S, Enarson P, Jacobson R, Oxygen concentrators: a practical guide for clinicians and technicians in developing countries. *Ann. Trop. Paediatr.* 2010. **30**(2): p. 87-101.
7. Ackley, M.W., Medical oxygen concentrators: a review of progress in air separation technology. *Adsorption*, 2019. **25**(8): p. 1437-1474.
8. Hardavella, G., et al., Oxygen devices and delivery systems. *Breathe*, 2019. **15**(3): p. e108-e116.

9. Barrand, K., Oxygen supply—a possible alternative. *n Pract.* 2011. **33**(1): p. 42-45.
10. Precision report: disponible en ligne: URL:<https://www.marketwatch.com/press-release/global-medical-oxygen-concentrators-market-size-2021-is-expected-to-increase-at-a-cagr-of-47-worldwide-covid-19-impact-analysis-business-opportunities-key-applications-demands-growth-trends-analysis-and-forecast-to-2027-2021-06-17>. consulté le 26 Aout 2021
11. Castro M, Guillén A, Fuster JL, Jara AJ, Zamora MA, Skarmeta AFG. Oxygen Cylinders Management Architecture Based on Internet of Things. in 2011 International Conference on Computational Science and Its Applications. 2011. IEEE.
12. Dobson, M., Oxygen concentrators and cylinders. *The international journal of tuberculosis and lung disease: Int J Tuberc Lung Dis.* 2001. **5**(6): p. 520-523.
13. Hardinge, M., J. Suntharalingam, and T. Wilkinson, Guideline update: The British Thoracic Society Guidelines on home oxygen use in adults. *Thorax*, 2015. **70**(6): p. 589-591.
14. Casaburi R, Porszasz J, Hecht A, Tiep B, Albert RK, Anthonisen NR, et al., Influence of lightweight ambulatory oxygen on oxygen use and activity patterns of COPD patients receiving long-term oxygen therapy. *COPD: J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2012. **9**(1): p. 3-11.
15. Strickland SL, Hogan MT, Hogan RG, Sohal HS, McKenzie WN, Petroski GF, A randomized multi-arm repeated-measures prospective study of several modalities of portable oxygen delivery during assessment of functional exercise capacity. *Respiratory Care*, 2009. **54**(3): p. 344-349.
16. Lock S, Blower G, Prynne M, Wedzicha J, Comparison of liquid and gaseous oxygen for domiciliary portable use. *Thorax*, 1992. **47**(2): p. 98-100.
17. Cuvelier A, Nuir J-F, Chakroun N, Aboab J, Onea G, Benhamou D, Refillable oxygen cylinders may be an alternative for ambulatory oxygen therapy in COPD. *Chest*, 2002. **122**(2): p. 451-456.
18. Lobato, S.D., J.L.G. González, and S.M. Alises, The debate on continuous home oxygen therapy. *Arch. Bronconeumol. (English Edition)*, 2015. **51**(1): p. 31-37.
19. Allam, R.J., Improved oxygen production technologies. *Energy Procedia*, 2009. **1**(1): p. 461-470.
20. McCoy, R., Liquid oxygen applications from hospital to home. *Home Pathways*, 2005. **14**: p. 32.
21. Pepin J-L, Barjhoux CE, Deschaux C, Brambilla C, et al., Long-term oxygen therapy at home: compliance with medical prescription and effective use of therapy. *Chest*, 1996. **109**(5): p. 1144-1150.
22. Su C-L, Lee C-N, Chen H-C, Feng L-P, Lin H-W, Chiang L-L, Comparison of domiciliary oxygen using liquid oxygen and concentrator in northern Taiwan. *J Formos Med Assoc.* 2014. **113**(1): p. 23-32.
23. Andersson A, Strom K, Brodin H, Alton M, Boman G, Jakobsson P, et al., Domiciliary liquid oxygen versus concentrator treatment in chronic hypoxaemia: a cost-utility analysis. *Eur Respir J*, 1998. **12**(6): p. 1284-1289.
24. McCoy RW. Options for home oxygen therapy equipment: storage and metering of oxygen in the home. *Respiratory Care.* 2013;58(1):65-85.
25. Nasilowski J, Przybylowski T, Zielinski J, Chazan R. Comparing supplementary oxygen benefits from a portable oxygen concentrator and a liquid oxygen portable device during a walk test in COPD patients on long-term oxygen therapy. *Respiratory medicine.* 2008;102(7):1021-5.
26. Gex G, Janssens J. Oxygénothérapie a domicile. *Revue médicale suisse.* 2007;134:2646.
27. Chikata Y, Onodera M, Oto J, Nishimura M. FIO2 in an adult model simulating high-flow nasal cannula therapy. *Respiratory care.* 2017;62(2):193-8.
28. Lyons C, Callaghan M. The use of high-flow nasal oxygen in COVID-19. *Wiley Online Library*; 2020.
29. Brotfain E, Zlotnik A, Schwartz A, Frenkel A, Koyfman L, Gruenbaum SE, et al. Comparison of the effectiveness of high flow nasal oxygen cannula vs. standard non-rebreather oxygen face mask in post-extubation intensive care unit patients. *Isr. Med. Assoc. J.* 2014;16(11):718-22.
30. Christopher KL, Schwartz MD. Transtracheal oxygen therapy. *Chest.* 2011;139(2):435-40.
31. Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults. *J. Intensive Care.* 2015;3(1):1-8.