

# Fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène hospitaliers au Nord Kivu, République Démocratique du Congo

## Oxygen concentrator functionality in North-Kivu hospitals, Eastern Democratic Republic of Congo

Jean-Bosco Kahindo Mbeva<sup>1,2</sup>, Prudence Mitangala Ndeba<sup>1,2</sup>, Nzanzu Mahamba<sup>2</sup>, Edgar Musubao Tsongo<sup>2</sup>, Edison Maombi<sup>3</sup>, Janvier Kubuya Bonane<sup>3</sup>, Denis Porignon<sup>4</sup>

### ➔ Résumé

**Introduction :** Le Nord-Kivu fait face à une prévalence élevée des maladies avec hypoxémie nécessitant le recours aux concentrateurs d'oxygène.

**But de l'étude :** Cet article décrit le niveau de fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène dans 31 structures hospitalières du Nord Kivu, en République Démocratique du Congo (RDC).

**Méthode :** Cette étude transversale descriptive a procédé par une enquête auprès des personnels gestionnaires et de maintenance et par le prélèvement des paramètres sur le fonctionnement des concentrateurs d'oxygène, auprès de 31 hôpitaux prenant en charge les cas de Covid-19. Les données collectées ont été encodées et analysées grâce au logiciel SPSS version 26.

**Résultats :** Les concentrateurs d'oxygène étaient de 28 marques différentes, et 65,8 % d'entre-eux d'une capacité de 5 litres. Ils sont utilisés dans 68,3 % des cas dans quatre services (soins intensifs, salle d'opérations, urgences, médecine interne). Ils avaient été acquis en donation dans 66,2 % des cas (n=225), 33,6 % sans matériels accessoires, et sans formation de technicien de maintenance ni d'utilisateurs dans minimum un cas sur deux. Dans 45 % des cas, la maintenance était assurée. 67,6 % des concentrateurs d'oxygène n'étaient pas fonctionnels (n=204), avec déficience de volume débité (54,9 % des cas) et de taux d'oxygène (34,6 % des cas). Le déficit d'oxygène débité était variable selon le type de structures hospitalières (p=0,005), mais pas celui du volume débité (P>0,05).

**Conclusions :** La fonctionnalité limitée des concentrateurs d'oxygène accroît le risque pour les patients et montre l'intérêt d'opérationnaliser une stratégie de gestion et de maintenance des équipements biomédicaux, intégrée au plan de développement sanitaire régional.

**Mots-clés :** Hypoxémie ; Concentrateur d'oxygène ; Maintenance ; Équipements biomédicaux ; République Démocratique du Congo.

### ➔ Abstract

**Introduction:** Nord-Kivu is facing a high prevalence of hypoxemia diseases requiring the use of oxygen concentrators.

**Purpose of research:** This article describes the level of functionality of oxygen concentrators in 31 hospital structures, in North Kivu province of Democratic Republic of Congo (DRC).

**Methods:** This descriptive cross-sectional study carried out a survey of managerial and maintenance personnel and the removal of parameters on the operation of oxygen concentrators from 31 hospitals handling Covid19 cases in North Kivu. The collected data was encoded and analyzed using SPSS version 26 software.

**Results:** The oxygen concentrators were of 28 different brands, and in 65.8% of cases with a 5-liter capacity. They were used in 70% of cases in 4 departments (Intensive care, operating room, emergency room, internal medicine). They were donated in 66.2% of cases (n=225), without accessory equipment in 33.6% of cases and without training of maintenance technician in three of five cases or users in one in two cases. In 45% of cases, maintenance was provided. In 67.6% of cases oxygen concentrators were not functional (n=225), with impaired volume flow in 54.9% of cases and oxygen levels in 34.6% of cases. The oxygen deficit was variable depending on the type of hospital structures (p=0,005) but not the volume flow (P>0.05).

**Conclusions:** Low functionality of oxygen concentrators increases patient risk and shows the interest to implement a provincial strategy for the management and maintenance of bio-medical equipment and its integration into regional health development plan.

**Keywords:** Hypoxemia; Oxygen Concentrator; Maintenance; Biomedical Equipment; Democratic Republic of Congo.

<sup>1</sup> Université Officielle de Ruwenzori – Butembo, République démocratique du Congo.

<sup>2</sup> ULB Coopération – Bruxelles, Belgique.

<sup>3</sup> Inspection et Division provinciale de la santé – Goma, République démocratique du Congo.

<sup>4</sup> Université de Liège – Liège, Belgique.

Correspondance : J.-B. Kahindo Mbeva  
jkbahindom@gmail.com

Réception : 25/09/2021 – Acceptation : 28/01/2022

## Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC), à l'instar de nombreux pays en développement, fait face à de nombreuses maladies respiratoires et non respiratoires, qui entraînent souvent des états d'hypoxémie et d'hypoxie par déficience d'une oxygénation correcte. L'oxygène est un élément indispensable pour la vie humaine. Une revue de la littérature réalisée en 2009 a révélé que l'hypoxémie affecte 13 % des cas de pneumonie, 20 % de nouveau-nés malades et 10 à 15 % d'enfants hospitalisés pour paludisme, méningite et convulsions dans les pays en développement. Ces états d'hypoxémies sont associés à un niveau élevé de mortalité dans les pays en développement, particulièrement chez les enfants porteurs d'infections respiratoires aiguës [1]. Ces états morbides imposent une oxygénothérapie [2, 3, 4], notamment par le recours à des réservoirs de pression moyenne comme ceux testés récemment au Kenya [5], des bouteilles d'oxygène ou alors à des concentrateurs d'oxygène [6, 7]. Le concentrateur d'oxygène est particulièrement privilégié dans des contextes de carences des réseaux fiables de production et de distribution d'oxygène, notamment par des bouteilles [7, 8]. Il constitue une source d'oxygène sûre, moins coûteuse, fiable et d'un bon rapport coût/efficacité. Il est plus commode que les bouteilles d'oxygène, surtout pour les petites structures hospitalières, et offre la possibilité d'une alimentation continue en oxygène, avec un seul appareil, pour plusieurs patients, jusqu'à quatre en même temps, lorsqu'il est utilisé avec des répartiteurs de débit ou des débitmètres. Néanmoins, il requiert une maintenance régulière et une source d'alimentation continue en électricité. Les concentrateurs peuvent fonctionner en courant alternatif provenant du secteur, avec un groupe électrogène ou à l'énergie solaire [7].

Les cas d'hypoxémie et d'hypoxie nécessitant l'oxygénothérapie sont bien nombreux dans les services hospitaliers des pays en développement. Les services de néonatalogie, de pédiatrie, de médecine interne, des soins intensifs, des urgences et d'anesthésie et réanimation figurent parmi ceux concernés. Dans ces services, l'oxygénothérapie permet de prendre en charge un panel large des patients, surtout les enfants porteurs des maladies respiratoires aiguës [9], mais aussi d'autres cas de maladies non respiratoires chez les enfants et les adultes [2]. Les indications d'oxygénothérapie sont nombreuses en milieu hospitalier, incluant des cas d'asphyxie à la naissance, de pneumonies, de septicémies, de paludisme et d'accouchements dystociques [2, 10, 11]. Des prises en charge à domicile par oxygénothérapie, pour des maladies pulmonaires chroniques, sont également préconisées [12].

Ces pathologies nécessitant l'oxygénothérapie figurent parmi les dix premières causes de mortalité au niveau des services de santé dans la province du Nord Kivu [13].

La survenue de la Covid-19 a accru les besoins de recours à l'oxygénothérapie dans les pays en développement [14]. En effet, environ 14 % des cas de Covid-19 sont des formes sévères nécessitant une oxygénothérapie, et 5 % requièrent une prise en charge en soins intensifs [15]. Ainsi, le concentrateur d'oxygène figure sur la liste de l'OMS des équipements minimum pour prendre en charge les cas de Covid-19 [15, 16].

Un concentrateur d'oxygène répond à des spécifications techniques précises, bien décrites par l'OMS en 2016 [8] et actualisées en 2020 [16], en lien avec la prise en charge des cas de Covid-19. De l'air ambiant, son mécanisme élimine l'azote et est sensé délivrer jusqu'à un minimum de 82 % de taux d'oxygène, et optimalement jusqu'à 95,5 %. Le débit de livraison varie entre 0,1 litre et 10 litres à la minute [8, 16]. Pour optimiser son usage, il est recommandé de s'assurer de la saturation en oxygène chez le patient, au moyen d'un oxymètre [17].

Le service attendu d'un concentrateur d'oxygène, en vue de réduire le risque de décès lié à l'hypoxémie, dépend de deux groupes de facteurs : ceux relatifs à l'accès à l'oxygène et ceux liés à son utilisation [14]. Les facteurs relatifs à l'accès à l'oxygène intègrent notamment les processus d'acquisition, la conformité des spécifications techniques des appareils, la qualité de leur mise en service et leur maintenance. Ces aspects conditionnent la fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène. Les facteurs d'utilisation de l'oxygène touchent notamment aux aptitudes techniques et à la motivation des utilisateurs. Les aptitudes techniques des utilisateurs concernent non seulement les aspects pratiques de connexion de l'appareil sur le patient, en utilisant les bons accessoires et le bon débit, mais aussi des aspects plus médicaux relatifs aux indications et aux doses d'oxygénothérapie, de même que la disponibilité et le bon usage d'un oxymètre [10, 17, 18].

Les hôpitaux du Nord Kivu, à l'Est de la RDC, partagent les éléments de contexte décrits plus haut, au point de vue de la prise en charge des patients avec hypoxémie et hypoxie. Nombreux ont, certes, acquis des concentrateurs d'oxygène, mais il n'est pas établi que ces derniers fonctionnent de façon optimale et que les personnels de santé en font un bon usage pour le meilleur bénéfice des patients.

À notre connaissance, à ce jour, peu d'études publiées se sont intéressées à cette question en RDC, et au Nord Kivu en particulier. Dans ce contexte, la question qui nous occupe est de savoir jusqu'à quel niveau les concentrateurs d'oxygène sont fonctionnels pour une prise en charge optimale des cas d'hypoxémie. Étant donné que l'intérêt pour la

maintenance des équipements biomédicaux n'est pas suffisant dans beaucoup de pays dont la RDC, nous formulons l'hypothèse que, malgré les nombreuses acquisitions et donations aux hôpitaux des concentrateurs d'oxygène, le niveau de fonctionnalité reste limité au Nord Kivu.

Cette étude a pour objectif de déterminer le niveau de fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène utilisés dans les hôpitaux, dans un contexte de prise en charge des cas de covid-19 dans la province du Nord Kivu, à l'Est de la RDC. La finalité de l'étude est d'arriver à proposer des pistes de travail pour renforcer la gestion et la maintenance des équipements biomédicaux, au meilleur bénéfice des usagers des services de santé au Nord Kivu.

## Matériels et méthodes

Cette étude est transversale descriptive, réalisée sous forme d'examen du profil, des modalités d'acquisition, de maintenance et de fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène présents au sein de 31 structures hospitalières impliquées dans la prise en charge des cas modérés et sévères de Covid-19, dans la province du Nord Kivu, à l'Est de la RDC.

### Lieux d'étude

La province du Nord Kivu, lieu d'étude, compte, d'après les estimations faites en 2020, une population de près de 9,6 millions d'habitants. Son système de santé est constitué, au niveau provincial, d'un ministère provincial en charge de la santé, une division de la santé, un hôpital de référence secondaire, une centrale régionale des médicaments essentiels, un laboratoire provincial et une inspection provinciale de la santé. Au niveau opérationnel, la province compte 34 zones (districts) de santé, couvrant en moyenne 287 737 habitants et comptant 33 hôpitaux de référence primaire, 106 autres structures hospitalières, 98 centres de santé de référence, 602 centres de santé et 263 postes de santé et dispensaires [13].

Pour assurer les prestations de soins, les services de santé du premier, deuxième et troisième échelon disposent d'équipements biomédicaux acquis par donation de l'État, des partenaires d'appui technique et financier ou acquis sur financements propres. En 2016, la Division provinciale de la santé du Nord Kivu a doté la province d'une stratégie provinciale de maintenance des équipements biomédicaux [19].

### Échantillonnage et collecte des données

L'étude a été réalisée sur les 259 concentrateurs d'oxygène qui étaient présents au sein de 31 structures hospitalières, impliquées dans la prise en charge des cas modérés et sévères de Covid-19, entre février et mars 2021. Ces structures sont localisées dans 12 districts de santé du Nord Kivu. Ces 12 districts de santé sont les plus privilégiés dans la province du Nord Kivu en termes d'infrastructures et d'équipements biomédicaux.

Les données ont été collectées par trois ingénieurs biomédicaux, recrutés comme enquêteurs, et à l'aide d'une grille standard. Les techniques utilisées sont l'observation, l'entretien avec les personnels utilisateurs et les cadres en charge de la gestion des concentrateurs d'oxygène. Pour la prise de la température et de l'humidité des salles ainsi que la mesure du volume et de la concentration d'oxygène, chaque enquêteur a disposé d'un hygro-thermomètre et d'un analyseur de concentrateur d'oxygène. Les données collectées ont porté sur les dimensions suivantes : le processus d'acquisition et de mise en service des concentrateurs d'oxygène, les processus de leur maintenance et enfin, leurs fonctionnalités. L'évaluation de la fonctionnalité de chaque concentrateur d'oxygène a été réalisée sur la base d'une vérification de sept paramètres : (i) l'état fonctionnel du câble d'alimentation de l'appareil, (ii) l'état fonctionnel de la touche marche/arrêt, (iii) l'état fonctionnel de l'alarme et du haut-parleur d'alarme, (iv) l'état fonctionnel de l'embout de sortie de l'oxygène, (v) l'état fonctionnel du débitmètre, (vi) la conformité aux normes du volume délivré (entre 0,1 et 10 litres/minute) et, enfin, (vii) la conformité aux normes de la concentration d'oxygène délivrée (minimum 82 %). Les données collectées ont été validées par les responsables des structures enquêtées.

### Analyse des données

Les données collectées ont été saisies et analysées à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 26. Les comparaisons des proportions ont été faites avec le test du Chi-carré de Pearson ou le test exact de Fisher. Pour comparer les moyennes, le recours a été fait au test d'analyse de variance (Anova). Le seuil de signification considéré a été de 0,05.

### Considérations éthiques

L'étude a été conduite selon un protocole de recherche et un questionnaire, préalablement soumis au groupe de

travail informations sanitaires de la Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu. La participation des hôpitaux a été volontaire et l'anonymat a été observé tout au long du processus de collecte et d'analyse des données.

## Résultats

Au total, les données portant sur 259 concentrateurs d'oxygène, tenus par 31 structures hospitalières, ont été individuellement analysées.

Ces 31 hôpitaux ont été regroupés en trois catégories qui sont : 12 hôpitaux de référence de district de santé, 13 centres hospitaliers et 6 autres hôpitaux incluant l'hôpital provincial du Nord Kivu. La répartition des concentrateurs d'oxygène (n=259) selon les trois catégories des structures a été respectivement de 20,1 %, 6,5 % et 17,9 %. Ces hôpitaux assuraient l'oxygénothérapie par le recours quasi exclusif aux concentrateurs d'oxygène.

### Profil, mode d'acquisition et mise en service des concentrateurs d'oxygène

Les concentrateurs d'oxygène retrouvés dans les 31 structures hospitalières, et pour lesquels la marque était clairement mentionnée (n=240), étaient de 28 marques différentes. Quatre marques sont prédominantes, constituant à elles seules 68,8 % de toutes les marques (figure 1) : DeVilbiss, Airsep, New Life et Yuwell.

Ces concentrateurs d'oxygène ont été acquis dans près de deux tiers des cas par donation (66,2 %) et dans seulement

32,9 % des cas par des financements locaux (n=225). Pour des raisons de non-disponibilité des documents de donation ou d'acquisition, il n'a pas été possible d'établir la provenance de certains concentrateurs d'oxygène.

Dans 22,4 % des cas, les concentrateurs d'oxygène retrouvés n'ont pas été conformes aux normes recommandées par l'OMS en 2016 (normes ISO 80601-2-69 :2014).

Le processus d'acquisition a impliqué le technicien ou l'ingénieur biomédical dans 34,2 % des cas seulement (n=225). Cette implication a été significativement plus élevée au sein des hôpitaux de référence des districts de santé (66,2 %) (n=125) comparativement aux centres hospitaliers (10,4 %) (n=47) et aux autres catégories de structures hospitalières (23,4 %) (n=53) (p=0,014).

Dans plus de 90,7 % des cas, le concentrateur d'oxygène a été accompagné d'un manuel d'utilisation (n=226) et 89,3 % d'un guide de maintenance (n=225).

Dans 33,6 % des cas, les concentrateurs d'oxygène n'ont pas été fournis avec des accessoires. À l'acquisition, la formation du technicien biomédical ou de toute autre personne chargée de la maintenance a été réalisée dans 36,4 % des cas seulement (n=225) ; celle des utilisateurs a été assurée dans 50,9 % des cas seulement (n=226).

La majeure partie des concentrateurs d'oxygène (65,8 %) avaient une capacité de 5 litres (n=145) et seulement 2,3 % étaient d'une capacité de 20 litres.

Près de 75 % de concentrateurs d'oxygène étaient utilisés au sein de cinq services hospitaliers : les soins intensifs (29,7 %), les salles d'opérations (22,8 %), le service des urgences (8,9 %), la médecine interne (6,9 %) et la pédiatrie (6,5 %). La maternité et la chirurgie utilisaient respectivement 4,5 % et 3,7 % de concentrateurs d'oxygène. Enfin, 17,1 % de concentrateurs d'oxygène étaient utilisés par d'autres services hospitaliers (gynécologie, kinésithérapie, hospitalisation privée, ...).

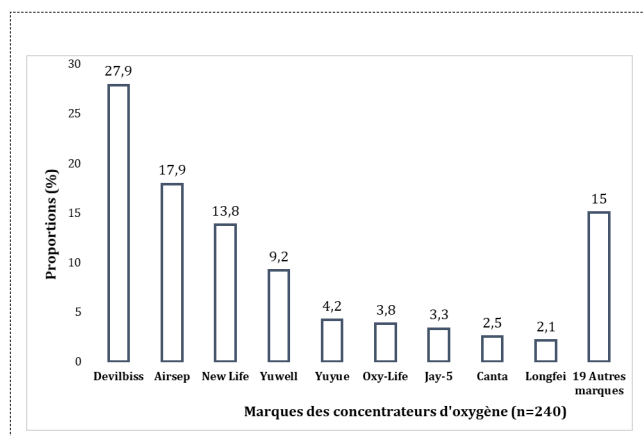


Figure 1 : Marques des concentrateurs d'oxygène, Nord Kivu, en 2021, RDC

### Maintenance et utilisation des concentrateurs d'oxygène (Tableau I)

Au sein des services, plus de 97 % des concentrateurs d'oxygène étaient positionnés à un minimum 30 cm d'un mur (n=243). En revanche, la prise journalière de la température (n=244) et de l'humidité (n=233) des locaux dans lesquels étaient positionnés les concentrateurs d'oxygène, a été assurée dans moins de 1 % des cas. L'humidification requise quand la quantité administrée était à un débit de plus de 2 litres par minute ou en cas d'administration par voie nasale, rhinopharyngée ou par intubation trachéale, a été régulièrement pratiquée dans 93,7 % des cas (n=223).

La recherche systématique des fuites d'oxygène et la vidange quotidienne de l'eau de l'humidificateur étaient

réalisées par les utilisateurs dans plus de 70 % des cas. Cependant, le barbotage requis pour détecter les fuites d'oxygène était pratiqué dans 53,1 % des cas (n=224).

Certaines pratiques de maintenance préventive étaient réalisées dans plus de 90 % des cas. En revanche, le retrait

et le nettoyage hebdomadaire du filtre anti-poussière n'était réalisé systématiquement que dans 59,6 % des cas. Les concentrateurs d'oxygène ont disposé d'une fiche de maintenance dans 61,3 % des cas, indiquant une maintenance déficiente dans 45,3 % des cas (n=225).

Tableau I. Modes d'acquisition et maintenance des concentrateurs d'oxygène hospitaliers, 2021, Province du Nord Kivu, RDC

Paramètres du mode d'acquisition des concentrateurs	Effectifs	Proportions (%)
<b>Mode d'acquisition des concentrateurs d'oxygène (n=225)</b>		
Donation	149	66,2
Achat par la structure	74	32,9
Autre	2	0,9
<b>Présence du manuel d'utilisation des concentrateurs d'oxygène (n=226)</b>		
Oui	205	90,7
Non	21	9,3
<b>Présence du guide de maintenance des concentrateurs d'oxygène (n=225)</b>		
Oui	201	89,3
Non	24	10,7
<b>Recherche systématique des fuites d'oxygène (n=224)</b>		
Oui	198	88,4
Non	26	1,6
<b>Vidange quotidienne de l'eau de l'humidificateur (n=224)</b>		
Oui	161	71,9
Non	63	28,1
<b>Réalisation du barbotage pour détecter les fuites (n=224)</b>		
Oui	119	53,1
Non	105	46,9
<b>Nettoyage de l'appareil selon les instructions du fabricant (n=225)</b>		
Oui	213	94,7
Non	12	5,3
<b>Retrait et nettoyage hebdomadaire du filtre antipoussière (n=225)</b>		
Oui	134	59,6
Non	91	40,4
<b>Branchement de l'appareil sur un cordon prolongateur (n=225)</b>		
Oui	220	97,8
Non	5	2,2
<b>Existence d'une fiche de maintenance (n=225)</b>		
Oui	138	61,3
Non	87	38,7
<b>L'examen de la fiche atteste d'une bonne maintenance (n=225)</b>		
Oui	102	45,3
Non	123	54,7

### Fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène (Tableaux II et III)

Plus de 80 % de concentrateurs d'oxygène ont répondu à chacun de cinq premiers paramètres de fonctionnalité. En revanche, pour les deux derniers (conformité du débit délivré et concentration d'oxygène débitée), les proportions de concentrateurs d'oxygène fonctionnels ont été plus faibles : 45,1 % pour le volume (n=215) et 65,4 % pour l'oxygène délivré (n=234) (tableau II). En considérant ensemble ces deux paramètres, la proportion des concentrateurs d'oxygène fonctionnels n'a été qu'à 45,1 % (n=215) (tableau II). La proportion des concentrateurs d'oxygène fonctionnels a été significativement plus élevée dans les autres formations sanitaires hospitalières, incluant

l'hôpital provincial du Nord Kivu, comparées aux centres hospitaliers (tableau III).

Seuls 33,8 % des concentrateurs (n=210) ont eu un volume et un débit conformes. Les proportions des concentrateurs conformes en volume et débit ont été significativement plus élevées dans les hôpitaux de référence et autres hôpitaux comparés aux centres hospitaliers (tableau III).

En considérant les sept paramètres de fonctionnalité à la fois, seuls 32,4 % (n=204) de concentrateurs d'oxygène ont été jugés fonctionnels. La proportion de concentrateurs d'oxygène fonctionnels a été variable selon la catégorie des structures hospitalières ( $p=0,005$ ), avec une proportion plus élevée au niveau des hôpitaux de référence des districts de santé (38 %) (tableau III).

Tableau II. Fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène hospitaliers pour 7 paramètres, 2021 Province du Nord Kivu, RDC

Paramètres de fonctionnalité des concentrateurs	Effectifs	Proportions (%)
<b>Cable d'alimentation en courant (N=234)</b>		
Oui	231	99,6
Non	1	0,4
<b>Touche de marche et arrêt fonctionnelle (N=234)</b>		
Oui	231	99,6
Non	1	0,4
<b>Indicateur d'alarme fonctionnel (n=232)</b>		
Oui	207	89,2
Non	25	10,8
<b>Embout de sortie fonctionnel (n=232)</b>		
Oui	228	98,3
Non	4	1,7
<b>Débitmètre fonctionnel (n=230)</b>		
Oui	227	98,7
Non	3	1,3
<b>Volume délivré conforme (N=215)</b>		
Oui	97	45,1
Non	118	54,9
<b>Concentration en oxygène délivrée supérieure ou égale à 82 % (N=234)</b>		
Oui	153	65,4
Non	81	34,6
<b>Volume délivré et concentration en oxygène conformes (N=215)</b>		
Oui	97	45,1
Non	118	54,9

Tableau III. Fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène du point de vue de la conformité du volume et du taux d'oxygène délivrés selon les types de structures hospitalières, 2021, Province du Nord Kivu, RDC

Types de structure	Volume délivré conforme (% Oui)	p
Hôpital Général de Référence (n = 131)	42,7	< 0,001
Centre hospitalier (n = 36)	16,7	
Autres... Hôpital Provincial (n = 48)	72,9	
Hôpital Général de Référence (n = 128)	39,1	0,002
Centre hospitalier (n = 38)	8,3	
Autres... Hôpital provincial (n = 29)	39,1	

## Discussion

Cette étude menée sur les concentrateurs d'oxygène a porté sur 31 formations sanitaires impliquées dans la prise en charge des cas modérés et sévères de Covid-19, dans la province du Nord Kivu, à l'est de la RDC. Elle a eu pour objectif de déterminer le niveau de fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène utilisés par les hôpitaux impliqués dans la prise en charge des patients atteints d'hypoxémie, notamment dans le contexte de la pandémie Covid-19. Dans l'ensemble, notre étude a mis en évidence une prépondérance d'acquisition des concentrateurs d'oxygène par donation, une prédominance d'appareils d'une capacité de cinq litres et une fonctionnalité globale pour un peu moins du tiers d'entre eux.

Les résultats de cette étude nécessitent une discussion au regard des exigences formulées par l'Organisation mondiale de la santé en matière de donation des équipements biomédicaux [20] et de leur maintenance [21], en lien avec l'importance des concentrateurs d'oxygène dans la prise en charge des cas d'hypoxémies.

Le profil des concentrateurs d'oxygène trouvés dans cette étude montre une prépondérance des concentrateurs d'oxygène en donation (66,2 %), des concentrateurs de 5 litres (65,8 %) et près du quart des concentrateurs d'oxygène (22,4 %) qui ne répondent pas aux normes ISO 80601-2-69:2014. Le respect de ces normes pour les concentrateurs d'oxygène a été exigé par l'OMS en 2016 [8]. En outre, le technicien ou ingénieur biomédical n'a été impliqué que dans 34,2 % des cas d'acquisition. Ces résultats mettent en évidence une problématique similaire à celle déjà décrite par d'autres auteurs [20, 22, 23], en rapport avec l'ampleur

et la bonne volonté de donation des équipements biomédicaux aux services de santé des pays en développement. Cette volonté de donation contraste malheureusement avec l'observance des précautions minimales nécessaires afin que ces équipements répondent aux réels besoins des bénéficiaires. En effet, comme l'indiquent les résultats de cette étude, les dispositions ne sont pas assez prises, en termes d'implication des bénéficiaires, d'évaluation des options et de respect des exigences minimales requises, en particulier pour les normes ISO imposables [20].

L'éventail large des marques des concentrateurs d'oxygène (28 au total), traduit le fait que des spécifications techniques harmonisées ne sont pas prises en compte lors de l'acquisition. En effet, bien que la stratégie provinciale de gestion et de maintenance des équipements biomédicaux au Nord Kivu [19] prévoit la mise au point des spécifications techniques des équipements biomédicaux essentiels opposables à tous les acteurs, cette option n'est pas opérante. Cette diversité ne peut pas faciliter la consolidation des compétences essentielles de maintenance, encore moins l'acquisition des pièces de rechange. Elle rend fastidieux les efforts de maintenance des concentrateurs d'oxygène et de supervision de leur utilisation dans les formations sanitaires.

Dans le contexte de la Covid-19, dans l'objectif de maintenir une saturation sanguine en oxygène (SpO<sub>2</sub>) à plus de 92 % chez les patients hospitalisés oxygéno-requérants gravement atteints, les concentrateurs de cinq litres ne sont pas les plus adaptés. Ces derniers sont indiqués plus pour des soins à domicile ou dans les services de néonatalogie. Pourtant, dans notre étude, les concentrateurs de cinq litres étaient prédominants ; ceci pourrait partiellement expliquer le niveau élevé de létalité liée à la Covid-19, observé dans la province du Nord Kivu, comparé à la moyenne observée en RDC [24].

De manière générale, cette étude montre un niveau limité de formation des techniciens/ingénieurs biomédicaux locaux et des utilisateurs lors de l'acquisition des concentrateurs d'oxygène. Au-delà de l'inattention de certains donateurs, ce manque de formation s'explique, en partie, par l'absence de techniciens biomédicaux affectés au niveau des hôpitaux. Ce profil, bien qu'indispensable, ne figure pas dans les normes en personnels des hôpitaux de district de santé en RDC [25], alors que les technologies médicales font partie des six piliers essentiels du système de santé selon l'OMS [26]. En outre, la formation des techniciens et des ingénieurs biomédicaux est très peu organisée dans les institutions d'enseignement de la RDC.

Cette double carence (normes et formation), expliquerait, en partie, la faiblesse des pratiques de maintenance préventive des concentrateurs d'oxygène au sein des hôpitaux et le faible niveau de fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène, comme le montrent les résultats de cette étude. Ainsi, la plupart des hôpitaux de la province s'apparentent à des « cimetières d'appareils biomédicaux ».

Les résultats trouvés dans cette étude, en termes de fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène (45,1 %), sont en décalage avec ceux d'une étude évaluative de la fonctionnalité des concentrateurs d'oxygène réalisée dans 15 et 9 hôpitaux pédiatriques, respectivement au Malawi et en Mongolie, dont les proportions de concentrateurs d'oxygène fonctionnels étaient plus élevées (77,8 % au Malawi et 52 % en Mongolie) [27].

La proportion non négligeable de concentrateurs d'oxygène non fonctionnels amène à s'interroger sur la qualité réelle de prise en charge des patients mis sous oxygénothérapie. Bien que cet aspect n'ait pas été couvert par cette étude, il est néanmoins décrit par certains auteurs [10, 28] que des doses très élevées d'oxygène sont toxiques et peuvent occasionner des lésions, notamment pulmonaires, oculaires et nerveuses. D'un autre côté, l'on ne peut espérer une guérison rapide du patient en état d'hypoxémie, si le volume débité ou le taux d'oxygène délivré est en deçà des doses requises [10]. Pour les cas de Covid-19 au stade sévère ou critique, par exemple, des doses d'oxygène jusqu'à plus de 10 à 15 litres à la minute sont parfois indiquées [29]. En l'absence de vérifications périodiques, au minimum à l'aide d'analyseur de concentrateur d'oxygène, ces doses inadéquates sont administrées sans que les prestataires soient réellement conscients du sous dosage. Ce tableau fait craindre une prise en charge déficiente des cas d'hypoxémie, en cas de concentrateurs d'oxygène non fonctionnels. Des études plus ciblées sur la pratique de l'oxygénothérapie semblent indiquées. En attendant, il urge de doter chaque hôpital disposant de concentrateurs d'oxygène d'au moins un analyseur et de

former au moins un utilisateur. En outre, une réelle mise en œuvre de la stratégie provinciale de gestion et de maintenance des équipements biomédicaux s'impose, afin de relever les défis liés à l'harmonisation des spécifications techniques, à la rationalisation des donations et à la mise en place d'une réelle approche collaborative de maintenance curative et préventive des équipements biomédicaux. Dans ce cadre, les gestionnaires des hôpitaux, les prestataires et les usagers devraient être impliqués davantage, en vue d'une meilleure prise de conscience. Des études de coûts des prestations sont nécessaires, afin de mieux prendre en compte les coûts liés à la maintenance de ces équipements dans la tarification forfaitaire en cours dans la province. Enfin, les résultats de cette étude montrent l'intérêt, pour la RDC, d'adapter ses normes des ressources humaines et d'équipements pour la santé, en vue de lever le défi de la qualité des services de santé essentiels visée par la couverture santé universelle.

#### Limites de l'étude

Cette étude s'est limitée à 31 structures hospitalières de la province du Nord Kivu. Elle n'a pas analysé les périodes d'acquisition des concentrateurs d'oxygène, la distribution de leurs marques selon les hôpitaux, leur temps de fonctionnement et les pratiques d'oxygénothérapie. Des études ultérieures pourront s'y consacrer.

#### Conclusion

Au niveau de 31 structures hospitalières impliquées dans la prise en charge des cas de Covid-19 dans la province du Nord Kivu, à l'est de la RDC, les concentrateurs d'oxygène en place sont pour la plupart reçus en donation et leurs niveaux de maintenance et de fonctionnalité sont globalement limités. Ces carences imposent, au niveau provincial, de progresser sur la mise en œuvre effective d'une stratégie provinciale de gestion et de maintenance des équipements biomédicaux, qui implique davantage les prestataires et les usagers et qui régule davantage les donations. Ce processus requiert, du niveau national du ministère de la santé de la RDC, l'ouverture des normes des hôpitaux de district de santé aux compétences de gestion et de maintenance des dispositifs biomédicaux et l'ouverture du système éducatif de la RDC aux filières d'ingénierie et de technologies biomédicales.

*Aucun conflit d'intérêts déclaré*



## Références

- Lazerini M, Sonogo M, Pellegrin MC. Hypoxaemia as a mortality risk factor in acute lower respiratory infections in children in low and middle-income countries: systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10(9):e0136166. doi:10.1371/journal.pone.0136166.
- Trevor D, Graham SM, Cherian MN, Ginsburg AS, English M, Howie S, *et al*. Oxygen is an essential medicine: a call for international action. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2010;14(11):1362-8.
- Graham H, Bagayana S, Bakare A, Olayo B, Peterson S, Duke T, *et al*. Improving hospital oxygen systems for COVID-19 in low-resource settings: Lessons from the field. *Global Health: Science and Practice*. 2020;8(4):858-862.
- Graham H, Tosif S, Gray A, Qazi S, Campbell H, Peel D, McPakee B and Duke T. Providing oxygen to children in hospitals: a realist review. *Bull World Health Organ*. 2017;95:288-302.
- Otiangala D, Agai N, Olayo B, Adudans S, HeiNg C, Calderon R, *et al*. A feasibility study evaluating a reservoir storage system for continuous oxygen delivery for children with hypoxemia in Kenya. *BMC Pulm Med*. 2021;21:78.
- Rassool R, Sobott B, Peake DJ, Mutetire B, Moschovis P, Black J. A low-pressure oxygen storage system for oxygen supply in low-resource settings. *Respir Care*. 2017;62(12):1582-7.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Oxygénothérapie pour les enfants : manuel à l'usage des agents de santé. Genève : OMS ; 2000. 64p.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Spécifications techniques pour les concentrateurs d'oxygène. Série technique de l'OMS sur les dispositifs médicaux. Genève : OMS ; 2016. 62p.
- Maitland K, Kiguli S, Opoka R, Olupot-Olupot P, Engoru C, Njuguna P, *et al*. Children's Oxygen Administration Strategies Trial (COAST): A randomised controlled trial of high flow versus oxygen versus control in African children with severe pneumonia. *Wellcome Open Res*. 2018;2:100.
- Gut-Gobert C, L'Her E. Intérêt et modalités pratiques de mise en œuvre de l'oxygénothérapie. *Rev Mal Respir*. 2006;23:3513-23.
- Graham H, Bakarea A, Ayedea A, Oyewolea O, Gray A, Peel D, *et al*. Hypoxaemia in hospitalised children and neonates: A prospective cohort study in Nigerian secondary-level hospitals. *EClinicalMedicine*. 2019;16:51-6.
- Jacobs S, Krishnan J, Lederer D, Ghazipura M, Hossain T, Tan A, *et al*. Home oxygen therapy for adults with chronic lung disease. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;202(10):121-41.
- Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu. Rapport annuel d'activités 2020. Goma (République Démocratique du Congo) : Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu; 2021. 59p.
- Graham H, Tosif S, Gray A, Qazi S, Campbell H, Peel D, *et al*. Providing oxygen to children in hospitals: a realist review. *Bull World Health Organ*. 2017;95:288-302.
- World Health Organization. Priority medical devices list for the COVID-19 response and associated technical specifications. Interim guidance 19 November 2020. Geneva: World Health Organization; 2020. 162p.
- World Health Organization (WHO), United Nations Children's Fund (UNICEF). WHO-UNICEF Technical Specifications and Guidance for Oxygen Therapy Devices (WHO medical device technical series). Geneva : World Health Organization and the United Nations Children's Fund (UNICEF) ; 2019. 149p.
- Hansmanna A, Morrow BM, Lang H. Review of supplemental oxygen and respiratory support for paediatric emergency care in sub-Saharan Africa. *Afr J Emerg Med*. 2017;7(Supplément):10-19.
- McColluma E, Bjornstadb E, Preidisc G, Hosseinipour M, Lufesie N. Multicenter study of hypoxemia prevalence and quality of oxygen treatment for hospitalized Malawian children. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2013;107(5):285-92.
- Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu. Stratégie provinciale de gestion et de maintenance des équipements biomédicaux. Goma (République Démocratique du Congo) : Division Provinciale de la Santé du Nord Kivu; 2016. 23p.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Dons de dispositifs médicaux : considérations relatives à leur demande et à leur attribution. Série technique de l'OMS sur les dispositifs médicaux. Genève : Organisation Mondiale de la Santé ; 2012. 21p.
- Organisation Mondiale de la Santé. Introduction à la gestion du parc des équipements médicaux. Série technique de l'OMS sur les dispositifs médicaux. Genève : Organisation Mondiale de la Santé ; 2012. 30p.
- Howie SR, Hill SE, Peel D, Sanneh M, Njie M, Hill PC, *et al*. Beyond good intentions: lessons on equipment donation from an African hospital. *Bull World Health Organ*. 2008;86(1):52-6.
- Howie SR, Hill SE, Ebonyi A, Krishnan G, Njie O, Sanneh M, *et al*. Meeting oxygen needs in Africa: an options analysis from the Gambia. *Bull World Health Organ*. 2009;87:763-71.
- Tambwe MA, Ngoy Ma, Tamubango KH. COVID 19 en RDC : Synthèse de la riposte -incidence -guérison et décès en RDC. *RAMS*. 2021;4(1):35-42.
- Ministère de la Santé de la République Démocratique du Congo (RDC). Normes de la zone de Santé en RDC. 2006. Kinshasa : Ministère de la Santé de la RDC ; 2006. 62p.
- Don de Savigny, Taghreed Adam. Pour une approche systémique du renforcement des systèmes de santé. Alliance pour la recherche sur les politiques et les systèmes de santé. Genève: OMS ; 2009. 113p.
- La Vincente S, Peel D, Carai S, Weber M, Enarson P, Maganga E, *et al*. The functioning of oxygen concentrators in resource-limited settings: a situation assessment in two countries. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2011;15(5):693-9.
- Constantin JM, Capellier G. L'oxygène en Réanimation. MAPAR (Mise au point en Réanimation). Comment j'oxygène mon patient ? MAPAR. 2016;171-7.
- Organisation Mondiale de la Santé. Covid-19 : Prise en charge clinique de la COVID-19 ; Orientations évolutives 2021. Genève : Organisation Mondiale de la Santé ; 2021. 91p.