



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

THÈME :
**ETAT DES LIEUX DE LA GESTION ET DES CONNASSAINCES
PHARMACO-TECHNIQUES DES PHARMACIENS HOSPITALIERS
VIS-A-VIS DE L'OXYGENE MEDICAL**

Présenté par :
**HOUARI Kawter Imene
SEDDAR Manel**

Soutenu le
20 JUIN 2022

Jury

Président :

Pr MEDJADI Sidi Mohammed Maitre de Conférences grade A en anesthésie réanimation

Membres :

Dr GUENDOUCZ Souad Maitre Assistante en pharmacologie
Dr BOUKLI HACENE Nassim Maitre Assistant en pharmacie clinique

Encadrant :

Dr BORSALI Nabil Maitre de Conférences grade A en pharmacologie

Année universitaire : 2021-2022

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions **ALLAH** de nous avoir guidé et donner le courage, la volonté et la force pour réaliser ce travail.

Nous adressons nos sincères et vives remerciements à

Docteur Nabil BORSALI, Directeur de mémoire

Vous nous avez fait un grand honneur d'avoir accepté la direction de notre mémoire, pour votre disponibilité, vos conseils et votre précieuse aide. Aussi d'avoir partagé vos connaissances.

Nous tenons à remercier messieurs et madame les jurys pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger notre soutenance :

Professeur Sidi Mohammed MEDJADI, Président de jury

Nous tenons à vous remercier de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

Docteur Souad GUENDOZ, membre de jury

Nous vous remercions d'avoir accepté de juger ce travail, pour votre disponibilité tout au long de notre cursus, pour votre gentillesse et pour votre écoute.

Docteur Nassim BOUKLI-HACENE, membre de jury

Nous vous remercions également d'avoir accepté d'examiner notre travail et l'enrichir par vos propositions.

Nous adressons nos sincères remerciements à l'association ASCOP de nous avoir accompagné tout au long de ce travail, à toute l'équipe de la pharmacologie, de la pharmacie centrale et du service de maintenance, merci pour votre accueil, votre disponibilité et votre aide.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre stage, notre formation et lors de la réalisation de ce modeste travail par leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques qui ont guidé notre réflexion.

Je dédie ce modeste travail :

A ma chère maman, Bakhta qui m'a soutenu et encouragé tout au long de mes années d'études. Aucun mot ne peut exprimer l'étendue de mon amour et de mon affection pour toi. Que Dieu t'accorde santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A mon cher père, Abdelkader qui m'a épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs et a été un exemple de responsabilité et de confiance face aux difficultés de la vie. Que Dieu te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal

A ma sœur Ikram, pour ton soutien moral au pire moment de ma vie et l'amour que tu me réserves.

A mes frères Yacine, Dhiaeddine et Mohammed. Que dieu vous garde et vous protège.

A mon oncle, Pr. Houari Ahmed qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Que dieu vous garde pour tes enfants.

A ma cousine, Ikram Aissani qui n'a jamais cessé de me donner des conseils, des encouragements et du soutien.

A Chaimaa, Fatéma Kacimi, Fatéma Tlemcani, Fatéma Nabi et Amira. Ceci est ma profonde gratitude pour votre amitié. Que dieu vous bénisse et vous préserve.

A Samah, Khadidja, Manel et Wafaa, en souvenir de nos années d'études.

A toute ma famille Houari et Boudjemaa.

A mon binôme, Manel, pour sa persévérance et sa gentillesse. Que dieu te protège.

A la mémoire de mon grand-père Si Mohammed El Kibdani, ma tante Nacera et mon oncle Benaissa Vous êtes toujours présents dans mon esprit et dans mon cœur. Que Dieu vous accueille dans son vaste paradis.

Kawter Imene Houari

Je dédie ce modeste travail:

A mes chers parents : aucune dédicace ne pourrait être à la hauteur de votre amour et votre encouragement qui m'ont fait arriver à ce que je suis. Ce modeste travail est le fruit de vos innombrables sacrifices que vous avez déployés pour mon éducation et ma formation. Je vous aime et j'implore le tout-puissant qu'il vous accorde une longue vie et une bonne santé.

A mes chers frères: Issam et Hebri, pour votre présence à mes côtés à tout moment, votre soutien et votre encouragement. Que Dieu vous bénisse et vous protège.

A mes chères sœurs: Nehla et Radhia, pour votre amour, votre soutien, pour tout moment vécu ensemble, pour le bon et le mauvais je vous aime énormément. Que Dieu vous garde et vous procure du bonheur.

A mon cher beau frère: Moustafa, pour votre encouragement et votre aide. Que dieu te garde pour tes enfants et t'accorde plein de succès dans ta vie.

A mes chères nièces: Lina, Loudjaine et Lilia, ma source de bonheur et de sourire que dieu vous protège mes petites anges que j'aime énormément.

A toute ma famille "Seddar" et "Ouasti" : à ma grand-mère, mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines, pour vos encouragements, votre amour, je vous remercie de la chaleur familiale.

A mes chères amies : Pour mes chères autres sœurs que j'aime "Khira", "Ahlem" et "Fatima", merci pour tous les souvenirs et les sourires vécus ensemble, vous aurez toujours une place spéciale dans mon cœur.

A mon binôme et mon amie "Kawter": Pour toutes les années passées ensemble, merci pour ton soutien, ton amitié tout au long de notre parcours, tu seras toujours spécial pour moi que dieu t'accorde joie, succès et santé.

Enfin, à tous ceux que j'aime et qui m'aiment

Seddar Manel

Table des matières

Liste des abréviations	VII
Liste des tableaux	X
Liste des figures	XI
Introduction	1
1 GENERALITES	3
1.1 Historique.....	3
1.2 Notions sur l'oxygène	3
2 PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE.....	4
2.1 Rappel anatomique et physiologique	4
2.2 Anatomie et physiologie des poumons	4
2.3 Phénomène de respiration	5
2.3.1 Respiration externe	5
2.3.2 Respiration interne	6
3 DIFFÉRENTES PRESENTATIONS D'OXYGÈNE	7
3.1 Oxygène gazeux.....	7
3.2 Oxygène liquide	7
3.3 Oxygène produit par des concentrateurs.....	8
4 OXYGÈNE MÉDICAL ET PHARMACOPÉE.....	8
4.1 OXYGEN: Oxygenium (0417)	9

4.2	OXYGEN (93 PER CENT): Oxygenium 93 per centum (2455).....	9
4.3	Proposition d'ajout de l'OXYGÈNE 98 PER CENT	9
5	PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL	9
5.1	Propriétés pharmacocinétiques	10
5.1.1	Absorption.....	10
5.1.2	Distribution	10
5.1.3	Métabolisme.....	10
5.1.4	Élimination.....	10
5.2	Propriétés pharmacodynamiques	11
5.3	Posologie.....	11
5.3.1	Situations d'urgences	11
5.3.2	Population pédiatrique	11
5.3.3	Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO)	11
5.3.4	COVID 19.....	12
5.3.5	Intoxication au monoxyde de carbone CO.....	13
5.4	Effets indésirables	13
5.4.1	Hyperoxie.....	13
5.4.2	Hypercapnie	15
5.4.3	Atélectasie.....	16
5.4.4	Barotraumatisme	16
5.4.5	Pneumothorax	16

5.4.6	Contamination microbienne.....	16
5.4.7	Claustrophobie	17
5.4.8	Brûlures cryogéniques	17
5.4.9	Sécheresse des muqueuses.....	17
5.5	Interactions médicamenteuses	17
5.5.1	Bléomycine	17
5.5.2	Amiodarone.....	18
5.5.3	Nitrofurantoin.....	18
5.5.4	Paraquat.....	18
5.6	Contre indication.....	19
5.6.1	Oxygénothérapie normobare.....	19
5.6.2	Oxygénothérapie hyperbare	19
5.7	Grossesse et allaitement.....	19
5.7.1	Grossesse.....	19
5.7.2	Allaitement.....	20
5.8	Précautions d'emploi	20
5.8.1	Risque de l'incendie.....	20
5.8.2	Autres précaution d'emploi.....	21
6	INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE	22
6.1	Définition	22
6.2	Oxygénothérapie normobare.....	23

6.2.1	Insuffisance respiratoire aiguë (IRA).....	23
6.2.2	Insuffisance respiratoire chronique (IRC)	23
6.2.3	Syndrome de l'apnée du sommeil.....	24
6.2.4	Insuffisance cardiaque	24
6.2.5	Algies vasculaires de la face (AVF)	24
6.2.6	Crises d'asthme aigu grave	25
6.2.7	Broncho pneumopathie chronique obstructive (BPCO).....	25
6.2.8	Coronavirus (COVID19)	26
6.2.9	En Post-OP.....	26
6.3	Oxygénothérapie Hyperbare	27
7	CONSOMMABLES	27
7.1	Matériels de dispensation.....	27
7.1.1	Lunettes nasales	27
7.1.2	Masques à oxygène	28
7.1.3	Cloche de Hood.....	30
7.1.4	Cathéter transtrachéal.....	30
7.1.5	Canule de trachéotomie.....	31
7.2	Matériels annexes.....	31
7.2.1	Tubulures de raccordement.....	31
7.2.2	Systèmes économiseurs	31
7.2.3	Humidificateurs.....	32

7.2.4	Manomètres à oxygène	32
7.3	Matériels de mesure	33
7.3.1	Oxymètre de pouls	33
7.3.2	Gazométrie du sang.....	33
8	PRODUCTION INDUSTRIELLE DE L'OXYGÈNE MÉDICALE	34
9	RÔLE DU PHARMACIEN HOSPITALIER DANS LA GESTION DE L'OXYGÈNE.....	35
9.1	Modèle français.....	35
9.1.1	Au niveau hospitalier	36
9.1.2	En dehors de l'hôpital	37
9.1.3	Formation en bonnes pratiques de dispensation de l'oxygène.....	39
9.1.4	Commission locale de surveillance de la distribution des gaz à usage médical	39
9.2	Modèle anglais	41
9.2.1	Comité des gaz médicaux	43
9.3	Modèle algérien	44
 PARTIE PRATIQUE		
	Problématique.....	48
	Objectifs de l'étude.....	48
	Objectif primaire.....	48
	Objectifs secondaires.....	48
1	Matériels et méthode	48

1.1	Matériels	48
1.1.1	Ressources Humaines	48
1.1.2	Matériels numériques.....	49
1.2	Méthodologie	49
1.2.1	Type d'étude	49
1.2.2	Schéma de l'étude	49
2	Résultats	56
2.1	Résultats de l'état des lieux au CHU Tlemcen	56
2.1.1	Circuit de l'oxygène médical au CHU Tlemcen.....	56
2.1.2	Circuit des consommables de l'oxygène médical.....	61
2.2	Résultats de questionnaire sur les connaissances des pharmaciens Hospitaliers sur l'oxygène médical	61
2.3	Résultats de l'évaluation des connaissances.....	86
2.4	Résultats de l'étude de satisfaction	95
	Discussion.....	Erreur ! Signet non défini.
	Conclusion.....	109
	Bibliographie.....	111
	ANNEXE	

Liste des abréviations

ADN: Acide DésoxyriboNucléique

ADP : Adénosine diphosphate

AFMPS: Agence fédérale des médicaments et des produits de santé

AMM: Autorisation de mise sur le marché

ANSM : Agence Nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

ARS: Agence Régionale de Santé

ASCOP: Société Algérienne de Pharmacie Clinique et Oncologie

ATA: Atmosphere Technische Absolut

ATM : Atmosphère

ATP: Adénosine triphosphate

AVF: Algie vasculaire de la face

BIPAP: Bi-level positive airway pressure

BPCO : Broncho pneumopathie chronique obstructive

BPDO: Bonnes pratiques de dispensation de l'oxygène

BPF: Bonnes pratiques de fabrication

CO: Monoxyde de carbone

CO₂: Dioxyde de carbone

COVID 19: COronaVirus Disease 2019

CPAP: Continuous Positive Airway Pressure

CPPH: Certificat de perfectionnement en pharmacie hospitalière

DHSC : Département de la Santé et des Affaires Scolaires

DG : Directeur général

DTM : Double Trunk Mask

EH: Enceinte de Hood

ERO: Espèces réactives de l'oxygène

FIO₂: Fraction inspirée en O₂

G6PD: Glucose-6-phosphate déshydrogénase

H₂O : Eau

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

HbCO: carboxyhémoglobine

HbO: Hémoglobine

HbO₂ : Oxyhémoglobine

HFNC : High flow nasal cannula

Hg: Symbole chimique de mercure

HRA: Medicines and Healthcare products Regulatory Agency

HTM: Health technical memorandum

IRA : Insuffisance respiratoire aiguë

IRC : Insuffisance respiratoire chronique

IRM: Imagerie par résonance magnétique

KDa: kilodalton

KPa: kilopascal

LDL: Lipoprotéines de faible densité

MEOPA: Mélange équimolaire de l'oxygène et le protoxyde d'azote

MSRI: Masque sans réinspiration

NADH: Nicotinamide Adénine Dinucléotide

NHS: National Health Service

O₂ : dioxygène, gaz de l'oxygène

OAP: Oedème Aigu Pulmonaire

OH: Radical hydroxyl

OHB: Oxygénothérapie hyperbare

OHD : Oxygénothérapie à haut débit

OLD: Oxygénothérapie de longue durée

OMS: Organisation mondiale de la santé

ONB: Oxygénothérapie normobare

PA: Pression artérielle

PaO₂ : Pression partielle artérielle en oxygène

Post-op : Post opératoire

PSA : Pressure Swing adsorption

PUI : Pharmacie à usage interne

SaO₂ : saturation pulsée en oxygène

SDRA: Syndrome de détresse respiratoire aiguë

SpO₂: Saturation pulsée en oxygène

SPS: Services de pharmacie spécialisées

VPSA: Vacuum Pressure Swing Adsorption

Liste des tableaux

Tableau 1: Résumé de contenu de questionnaire	52
Tableau 2: Tableau récapitulatif de la formation "Rôle du pharmacien hospitalier dans la gestion de l'oxygène"	55
Tableau 3: Nombre de réponses sur les caractéristiques démographiques	62
Tableau 4: Réponses sur les indications de l'oxygénothérapie Hyperbare	68
Tableau 5: Réponses aux indications de l'oxygénothérapie Hyperbare	70
Tableau 6: Monographie de l'oxygène	71
Tableau 7: Effets indésirables	73
Tableau 8: Interactions médicamenteuses	75
Tableau 9: Sources de l'oxygène	77
Tableau 10: Consommables de l'oxygénothérapie	82
Tableau 11: Répartition des candidats selon les wilayas	88

Liste des figures

Figure 1: Bouteilles à oxygène gazeux	7
Figure 2: Oxygène liquide	7
Figure 3: Concentrateur domestique	8
Figure 4: Concentrateur industriel.....	8
Figure 5: Structure de l'hémoglobine	10
Figure 6: Etiquette d'une bouteille de l'oxygène Air liquide	21
Figure 7: Lunettes nasales	27
Figure 8: Lunettes nasales à haut débit	27
Figure 9: Masque facial simple	28
Figure 10: Masque sans réinspiration (MSRI)	28
Figure 11: Masque venturi	29
Figure 12: Double Trunk Mask (DTM)	29
Figure 13: Masque CPAP.....	29
Figure 14: Masque BiPAP	29
Figure 15: Cloche de hood	30
Figure 16: Cathéter transtrachéal	30
Figure 17: Canule de trachéotomie	31
Figure 18: Tubulures de raccordement.....	31
Figure 19: Humidificateur	32
Figure 20: Manomètres à oxygène	32
Figure 21: Débitmètre	33
Figure 22: Oxymètre de pouls.....	33
Figure 23: Gazométrie du sang	33
Figure 24: Pyramide des missions du pharmacien hospitalier	35
Figure 25: Schéma récapitulatif des étapes de notre étude	50
Figure 26: Bouteilles à oxygène disponibles au CHU Tlemcen	56
Figure 27: De haut en bas Station d'oxygène médical au CHU TLEMEN, manomètre placé sur une cuve, Pictogrammes affichés sur le site.....	58
Figure 28: Etiquette de numéro de série.....	59
Figure 29: Bouteille placée sur la rampe de lancement	59
Figure 30: Zone de stockage des bouteilles à oxygène	59
Figure 31: Système de canalisation.....	60
Figure 32: Répartition des participants selon le sexe.....	62
Figure 33: Répartition des participants selon leur age	63
Figure 34: Nombre d'années d'expériences des participants	63
Figure 35: Répartition selon le lieu du travail.....	64
Figure 36: Répartition des participants selon le service du travail	65
Figure 37: Gestion de l'oxygène médical	65
Figure 38: Gestion des consommables	66
Figure 39: Taux de connaissance de l'oxygénothérapie normobare.....	66
Figure 40: Pression de l'oxygénothérapie Normobare	67
Figure 41: Graphe des réponses de l'oxygénothérapie normobare.....	68
Figure 42: Taux de connaissance de l'oxygénothérapie hyperbare	69
Figure 43: Graphe des réponses de l'oxygénothérapie hyperbare	69

Figure 44: Réponses de « Selon la réglementation algérienne, l'oxygène est listé avec les médicaments à surveillance particulière »	71
Figure 45: Toxicité nerveuse de l'oxygène	73
Figure 46: Signes neurologiques de toxicité de l'oxygène	74
Figure 47: Réponses sur « Connaissez-vous le mécanisme de l'effet atéléctasie ? »	75
Figure 48: Précautions d'emploi	76
Figure 49: Source à 100% de l'oxygène	77
Figure 50: Quantité de l'oxygène gazeux dans un litre d'oxygène liquide	78
Figure 52: Réponses sur "Concernant le transport des bouteilles d'oxygène médical, indiquez les affirmations justes"	79
Figure 51: Couleur de la bouteille	79
Figure 53: Production Industrielle de l'oxygène	80
Figure 54: Réponses sur « Quel est le procédé de production d'oxygène dans un concentrateur ? »	81
Figure 55: Consommables utilisés en néonatalogie	83
Figure 56: Consommables utilisés en ambulatoire	84
Figure 57: Réponses sur « Sur la réglementation algérienne, le pharmacien hospitalier est-il responsable de la gestion de l'oxygène ? »	84
Figure 58: Savez-vous comment est géré l'oxygène au CHU ?	85
Figure 59: Etes vous prêts de s'impliquer dans la gestion de ce médicament ?	85
Figure 60: Avez-vous besoin d'une formation pour mieux gérer l'oxygène ?	86
Figure 61: Répartition des candidats selon leur établissement de travail	87
Figure 62: Propriétés chimiques de l'oxygène	88
Figure 63: Propriétés pharmacocinétiques de l'oxygène	89
Figure 64: Effets indésirables après l'évaluation	90
Figure 65: Saturations cibles après la formation	90
Figure 66: Précautions d'emploi après l'évaluation	91
Figure 67: Monographie de l'oxygène produit par PSA	92
Figure 68: Réponses sur la question « Quelle est la forme qui permet de stocker des grandes quantités de l'oxygène sous un faible volume ? »	92
Figure 69: Réponses sur l'oxygénothérapie normobare après l'évaluation	93
Figure 70: Réponses sur l'oxygénothérapie hyperbare après l'évaluation	94
Figure 71: Consommables après l'évaluation	94
Figure 72: Le cours a-t-il répondu à vos attentes ?	95
Figure 73: Le cours a-t-il contribué à l'amélioration de votre connaissance sur l'oxygène médical ?	96
Figure 74: Comment qualifieriez-vous la présentation POWERPOINT de cours de l'oxygénothérapie ?	96
Figure 75: Quel est votre degré de satisfaction concernant la clarté du cours ?	97

Introduction

Les gaz médicaux sont considérés comme des produits pharmaceutiques réglementés selon les réglementations internationales et nationales. Parmi ces gaz il y a le protoxyde d'azote, le dioxyde de carbone, le mélange équimolaire de l'oxygène et le protoxyde d'azote MEOPA et l'oxygène qui est l'un des plus demandés. En fait, il figure sur la liste des médicaments essentiels de l'Organisation mondiale de la santé, qui comprend les médicaments les plus efficaces et les plus rentables pour les urgences médicales (1).

La pandémie mondiale du COVID-19 a révélé l'importance de l'oxygène dans la prise en charge des patients atteints de ce virus. Ce gaz est devenu une denrée rare ainsi qu'une source de conflit dans une période où l'offre ne répondait pas à la demande.

L'Algérie n'a pas échappé à cette crise et elle s'est vu gérer une situation catastrophique essentiellement au mois de Juillet 2021 (2). Malgré le quadruplement de la production en oxygène en Algérie durant l'année 2020 (430 000 L/j), cela n'a pas suffi à faire face à la vague de contamination dû au variant DELTA du COVID-19 (3).

Cette « crise de l'oxygène » a malheureusement laissé le pays en état de choc avec des décès qui se comptent en centaine par jour. Les citoyens se sont retrouvés à payer des sommes colossales pour avoir un obus d'oxygène et/ou payer des dizaines de millions de centimes pour acheter des générateurs d'oxygène afin de sauver la vie de leurs proches alors que ce matériel ne valait que quelques millions de centimes quelques mois avant la crise de l'oxygène.

Les établissements de santé se sont retrouvés démunis face aux offres limitées des fournisseurs avec qui il y avait des conventions et qui ne pouvaient pas répondre à la demande pressante des soignants et des patients pour sauver des vies humaines.

Les soignants, en dehors des médecins d'anesthésie-réanimation, se sont retrouvés à gérer et à prescrire ce gaz médical sans connaître ses spécificités pharmacologiques et ses contraintes pour prendre en charge les patients atteints de COVID.

La pression a été énorme surtout sur le pharmacien et sur les DG au sein des établissements de santé. La réglementation ayant exigé que le pharmacien gère ce produit

pharmaceutique et ce depuis des évènements indésirables tragiques qui se sont déroulés dans le monde et dans notre pays.

En effet, il a été signalé 38 incendies ou quasi-accidents liés à l'usage de l'oxygène entre mai 2020 et mai 2021 (4). Le plus meurtrier de tous ces événements a eu lieu en Irak, à Bagdad, où 82 personnes sont mortes et 110 autres ont été blessées dans un accident lié à l'oxygène dans une unité de soins intensifs (5). Aussi, en date du mois d'octobre 2016, 22 personnes ont trouvé la mort et 120 blessés après un court-circuit dans un service de dialyse à Bhubaneswar en Inde (6). Des incidents similaires ont également été signalés aux États-Unis, en Italie, au Canada et au Royaume-Uni (4).

Et enfin, en Algérie, le drame du service de maternité à Oued Souf a causé le décès de 08 nourrissons en date du 24 septembre 2019 (4).

Ces évènements liés à un mauvais usage de l'oxygène médical sont souvent sous notifiés et la pandémie de la COVID-19 a fait ressortir les manquements et elle a accéléré la prise en mains de certains professionnels la question de la gestion, la prescription et le circuit en particulier.

De plus, une étude française sur les erreurs médicamenteuses liées à l'utilisation des gaz médicaux a rapporté que la moitié des accidents rapportés sont liés à l'utilisation de l'oxygène médical et la confusion entre l'oxygène et le mélange équimolaire de l'oxygène et le protoxyde d'azote par faute de similarité des bouteilles pouvant entraîner des effets indésirables graves et la mort (7).

C'est dans ce contexte que nous avons voulu faire le point sur ce qui se fait au sein des établissements de santé en Algérie et ce que connaissent les pharmaciens de ce gaz afin de proposer des mesures correctives et des procédures optimisant la gestion du circuit de l'oxygène médical en Algérie

Notre travail se veut poseur d'une base de réflexion pour un changement de paradigme en lien avec les gaz médicaux et plus spécialement pour l'oxygène médical.

1 GENERALITES

1.1 Historique

En 1772, Joseph Priestly découvrit qu'il pouvait régénérer l'oxygène de l'air dans une enceinte fermée dont des plantes ont poussé à l'intérieur suite à l'extinction des bougies. Cet élément a été isolé 2 ans après à partir de la décomposition thermique de l'oxyde de Mercure.

Après quelques années, Lavoisier a donné le nom et a souligné le rôle physiologique de l'oxygène, mais Dr Henshaw a eu l'idée d'utiliser la pression atmosphérique comme traitement un siècle avant la découverte de Priestley.

L'oxygénothérapie est apparue au 19^{ème} siècle, Stanislas Limousin récupère l'oxygène généré par la décomposition du chlorate de potassium en présence de dioxyde de manganèse dans un ballon en caoutchouc et le fournit au patient. En 1878, le physiologiste français Paul Bert établit la base de l'hyperbarie.

Et c'est en 1997 que l'oxygène a eu le statut d'un médicament à part entière et a été inscrit à la Pharmacopée française et européenne (8).

1.2 Notions sur l'oxygène

L'oxygène O est le troisième élément le plus abondant dans l'univers après l'hydrogène et l'hélium (9) ainsi l'air est constitué de 78% d'azote et de 20,64% d'oxygène et 1% des gaz dits rares et des impuretés.

Dans le corps humain, sa teneur est de 61% de la masse totale de corps et il joue un rôle essentiel dans les réactions biochimiques.

L'oxygène est très électronégatif et il peut former des composés avec presque tous les produits chimiques sauf les gaz inertes (10).

L'oxygène est soluble dans l'eau. Cette solubilité dépend de la température, il est moins soluble à chaud qu'à froid. Il se condense à $-182,95\text{ °C}$ et se solidifie à $-218,79\text{ °C}$. L'oxygène gazeux est incolore, inodore et insipide par contre l'oxygène liquide a une légère coloration bleu ciel. À son contact avec les matériaux et en raison de sa température très basse, l'oxygène liquide rend les matériaux très cassants. Il est un agent oxydant très puissant et il est aussi explosif et facilite la combustion.

2 **PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE**

L'organisme doit produire de l'énergie pour maintenir en vie. Chez les humains, cette énergie est obtenue par la combustion de glucose apportée par l'alimentation, selon un processus biochimique compliqué où l'oxygène joue un rôle primordial et qui aboutit à la formation d'ATP mais aussi de dioxyde de carbone CO₂.

Le système respiratoire est constitué de l'ensemble des organes permettant d'assurer les premières étapes de la respiration. Il achemine le dioxygène de l'air vers les poumons et élimine le dioxyde de carbone (11).

2.1 **Rappel anatomique et physiologique**

L'appareil thoracopulmonaire comprend les voies respiratoires et les poumons entourés par la plèvre et la cage thoracique (12). En fait, la respiration ne met pas en jeu uniquement les poumons et les voies aériennes, mais aussi un système mécanique constitué de la cage thoracique, les muscles respiratoires et les centres nerveux bulbaires et médullaires (13).

Les voies respiratoires sont les conduits qui assurent le transport de l'air de l'extérieur du corps vers les poumons, ils se divisent anatomiquement en deux parties :

- Les voies respiratoires supérieures, représentées par le nez et le pharynx.
- Les voies respiratoires inférieures constituées par le larynx, la trachée, les bronches, les bronchioles et les alvéoles pulmonaires.

Sur le plan physiologique, le système respiratoire se divise en trois grandes zones (14) :

- Zone de conduction constituée d'un système de cavités et de tubes reliés entre eux (nez, pharynx, larynx, trachée, bronches qui conduisent l'air dans les poumons).
- Zone de transition constituée de bronchioles respiratoires
- Zone respiratoire où s'effectuent les échanges gazeux (canaux alvéolaires et alvéoles).

2.2 **Anatomie et physiologie des poumons**

Les poumons sont les principaux organes du système respiratoire tout en étant un organe pair et asymétrique situé dans la cage thoracique, au-dessus du diaphragme, enveloppé par

la plèvre. Les poumons sont séparés l'un de l'autre par le médiastin (13). Il est de consistance spongieuse et molle et très élastique ce qui le rend adapté aux échanges gazeux.

Les alvéoles pulmonaires sont l'élément terminal de la ramification bronchique, les poumons contiennent environ 300 millions alvéoles, ces dernières sont regroupées en 5-6 pour former l'acinus qui est l'unité fonctionnelle de système respiratoire (15). Au niveau d'alvéole, l'oxygène va être transféré dans le sang et le sang déchargera de son gaz carbonique, les alvéoles donc sont menés d'une grande surface d'échange, estimée de 70m^2 (14).

L'air inhalé, est épuré tout au long de l'arbre respiratoire grâce aux cils vibratiles qui tapissent l'épithélium bronchique. Ce tapis muco-ciliaire assure l'élimination des particules déposées sur les parois trachéo-bronchiques. L'air inspiré est également réchauffé à 37°C et saturé à 100% par la vapeur d'eau (14).

2.3 Phénomène de respiration

La respiration se définit par l'ensemble des mécanismes permettant le transport de l'oxygène de l'air vers les cellules et son utilisation et l'élimination de CO_2 , qui est le produit terminal de métabolisme oxydatif (16). Physiologiquement, il s'agit de deux processus distincts mais apparentés : la respiration externe et la respiration interne (17).

2.3.1 *Respiration externe*

La respiration externe est le processus d'échange de l' O_2 et le CO_2 entre les cellules de l'organisme et l'environnement. Elle permet les échanges gazeux et se déroule en quatre étapes :

- ✓ *Ventilation pulmonaire* : qui est l'expression visible de phénomène de respiration désignant les mouvements respiratoires et la capacité des poumons à renouveler l'air (18).

- ✓ *Echanges gazeux* : C'est la transformation du sang veineux chargé de CO_2 en sang artériel chargé en O_2 au niveau des alvéoles pulmonaires encore appelée hématoxe (19).
- ✓ *Transport des gaz dans le sang* : L' O_2 est transporté dans le sang par l'hémoglobine qui le fixe de manière réversible.
- ✓ *Diffusion des gaz au niveau tissulaire* : les gaz sont échangés par diffusion entre les capillaires et les tissus, la pression partielle de l' O_2 est faible et de CO_2 est forte ce qui facilite la diffusion de l'oxygène vers les tissus et de CO_2 vers le sang.

2.3.2 Respiration interne

La respiration interne ou cellulaire est un processus biochimique qui se produit au niveau mitochondriale, entraînant la formation d'adénosine triphosphate (ATP) par dégradation complète du glucose en présence d'oxygène, qui agit comme oxydant, et formation du dioxyde de carbone CO_2 et l'eau H_2O . La respiration cellulaire humaine nécessite de l'oxygène dissous, qui est la forme de l'oxygène que les cellules utilisent pour la respiration cellulaire.

Le glucose sera dégradé en pyruvate par glycolyse, ce dernier sera oxydé en acide acétique au niveau mitochondrial et l'acide acétique sera ensuite intégré dans le cycle de Krebs. Ce cycle produit 2 molécules de CO_2 et l'ATP, NADH et FADH_2 (10) tout en préparant l'entrée des transporteurs d'hydrogène qui jouent un rôle important dans la prochaine étape du processus qui aboutit à la production de grandes quantités d'ATP : la chaîne respiratoire mitochondriale (17). Le NADH et FADH_2 sont transférés dans cette chaîne, et après une série de réactions redox, ils seront menés vers l'accepteur final, qui est l'oxygène (20). L'oxygène sera alors réduit en H_2O .

3 DIFFÉRENTES PRESENTATIONS D'OXYGÈNE

Il existe trois différentes formes de l'oxygène : gazeux, liquide ou produit par des concentrateurs.

3.1 Oxygène gazeux

L'oxygène gazeux se présente sous forme d'O₂ pur à 99%, comprimé dans une bouteille à une pression de 200 bars, régulée par le biais du détendeur la réduisant à une valeur de 2 à 3 bars et un débitmètre pour fournir le débit optimal. Une bouteille d'oxygène peut avoir différentes capacités : 2L, 3L, 5L, 11L, 15L, 20L et 50L. L'oxygène gazeux est utilisé moins fréquemment car il est difficile à manipuler, nécessite une attention étant un gaz explosif et le poids lourd des bouteilles, il est généralement utilisé pour de courtes périodes de temps pour des faibles débits(21–23).



Figure 1: Bouteilles à oxygène gazeux (32)

Il est destiné à servir comme élément de secours en cas de panne du concentrateur ou absence d'électricité. Les bouteilles d'oxygène gazeux sont également retrouvées dans les véhicules du SAMU, les pompiers, ou dans les blocs opératoires.

3.2 Oxygène liquide

L'oxygène liquéfié est la forme de stockage, dont un litre d'oxygène liquide correspond à 854 litres de gaz, équipé dans des grands réservoirs en vrac qui sont remplis par un camion appartenant à un fournisseur d'oxygène. Ce réservoir alimente le système central de l'hôpital par une auto vaporisation sans électricité



Figure 2: Oxygène liquide (34)

Le principal avantage de l'oxygène liquide réside dans sa facilitation pour la déambulation ou le patient peut remplir lui-même son réservoir portable à partir d'une cuve de 10 à 65 litres en quelques minutes et aussi ne présente pas un risque d'explosion.

C'est une source très coûteuse à mettre en place, réservée pour les gros consommateurs. L'oxygène liquéfié est très froid à une température de -183 °C et peut être à l'origine de

brûlures cryogéniques en cas de mauvaises manipulations d'où l'obligation d'une haute connaissance des techniciens (21,24).

3.3 Oxygène produit par des concentrateurs

Un concentrateur d'oxygène est un dispositif électrique autonome pour concentrer l'oxygène à partir de l'air ambiant. Grâce à un procédé appelé adsorption réversible sous pression (PSA) et qui capture l'O₂ dans l'air ambiant en le compressant après sa filtration et fournit un mélange gazeux qui peut être chargé jusqu'à 95,5 % en oxygène et dépourvu d'impuretés, mais avec des systèmes à haute performance pouvant atteindre même 99 % (25).



Figure 3: Concentrateur domestique (37)

Classiquement, le débit de gaz des concentrateurs domestiques est moins élevé (de 3 L/min) que les sources classiques. Les concentrateurs à usage domestique peuvent fournir des débits maximaux situés entre 5 et 10 L/min. Pour ces appareils, l'OMS exige une concentration de l'oxygène > 82%. Les fournisseurs de ces appareils doivent respecter les normes ISO 80601-2-69:2020 qui portent sur les appareils électromédicaux (24,26).

A l'échelle industrielle, c'est des équipements plus grands assurant l'alimentation en oxygène des établissements sur sites sans attendre la délivrance des citernes et en fournissant un apport continu à plusieurs patients en même temps. Leur utilité en cas d'absence de bouteilles ou des prises murales, en plus d'être source permanente, est économique pendant 5 ans. Mais ces appareils nécessitent une alimentation électrique continue et un entretien régulier ce qui présente l'inconvénient (24–26).



Figure 4: Concentrateur industriel (38)

4 OXYGÈNE MÉDICAL ET PHARMACOPÉE

La Pharmacopée est l'ouvrage officiel dans lequel figure la nomenclature des principes actifs, leurs normes de qualité, et les méthodes d'analyse et de contrôle. Chaque pays a sa propre pharmacopée, mais il existe également d'autres pharmacopées internationales, telles

que la Pharmacopée Européenne et la Pharmacopée Internationale (27).

4.1 OXYGEN: Oxygenium (0417)

Apparus dans la Pharmacopée comme matière première en 1937, et en 2002 l'oxygène a été répertorié comme médicament nécessitant une autorisation de mise sur le marché dans la 4ème édition de la Pharmacopée Européenne (Annexe I). Il s'agit de l'oxygène médical produit par distillation cryogénique avec une teneur minimale en O₂ de 99,5% mesurée par un analyseur paramagnétique.

4.2 OXYGEN (93 PER CENT): Oxygenium 93 per centum (2455)

Introduit dans la Pharmacopée en 2010, il convient à l'oxygène médical produit sur site dans un concentrateur d'un seul étage par le procédé d'adsorption PSA sur zéolithes. Avec une concentration en oxygène 93% ± 3% (entre 90% et 96%) contrôlée par un analyseur paramagnétique et le reste de volume est constitué de l'argon et du nitrogène. Il est à noter que cette monographie ne s'applique pas aux concentrateurs domestiques. La monographie extraite de la 7ème édition de la pharmacopée européenne est annexé (Annexe II).

4.3 Proposition d'ajout de l'OXYGÈNE 98 PER CENT

Une proposition d'ajout d'une nouvelle monographie d'oxygène à 98 % (3098) est actuellement à l'étude grâce à l'invention du concentrateur PSA à deux étages très avancé capable de produire de l'oxygène en 98,0% (28) et à l'augmentation significative de l'utilisation de l'oxygène médical pendant la pandémie (29).

5 PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

L'oxygène médical est un gaz à usage médical qui a le statut de médicament en Algérie depuis 2008 selon l'article 4 de la Loi du 20 Juillet 2008 (30). Il est commercialisé seul ou sous forme de mélange de gaz avec le protoxyde de l'azote; ce mélange est utilisé en anesthésie. Cependant, l'oxygène est utilisé pour corriger les hypoxies cellulaires ou tissulaires et il est important de connaître ses propriétés pharmacologiques.

5.1 Propriétés pharmacocinétiques

5.1.1 Absorption

L'oxygène du fait de sa nature gazeuse est administré par voie inhalée. Il sera ensuite acheminé vers les poumons où il sera absorbé par échange alvéolo capillaire. La vitesse d'absorption chez un sujet en repos est 250 ml d'air/min (31).

5.1.2 Distribution

L'oxygène est transporté dans le sang sous forme d'oxyhémoglobine. Son transporteur sanguin est l'hémoglobine, une protéine de 64 500 kDa présente dans les globules rouges (32). Il y a approximativement 280 millions de molécules d'hémoglobine par millilitre de sang humain (33).

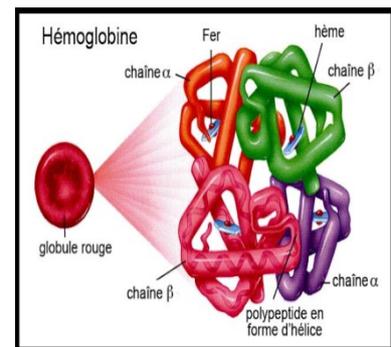


Figure 5 : Structure de l'hémoglobine (48)

Chez l'homme, il s'agit d'une protéine hétéro-tétramérique composée de deux chaînes peptidiques α et de deux chaînes peptidiques β . Les quatre sous-unités sont attachées à l'hème, qui contient un atome de fer au centre d'un anneau organique appelé porphyrine. Les cations F^{2+} peuvent être liés de manière réversible aux molécules d'oxygène par une liaison covalente (32). L'hémoglobine est brun-violet, tandis que l'oxyhémoglobine est rouge vif.

5.1.3 Métabolisme

L'oxygène est utilisé par la chaîne respiratoire pour synthétiser l'ATP. Le métabolisme de l'oxygène est détaillé dans la partie de la respiration interne dans le titre de physiologie respiratoire.

5.1.4 Elimination

L'oxygène est éliminé sous forme de H_2O et de CO_2 par expiration.

5.2 Propriétés pharmacodynamiques

L'oxygène joue un rôle crucial en tant qu'accepteur final d'électrons dans la chaîne de transport d'électrons. Ce processus permet une respiration aérobie réussie, qui produit de l'ATP. L'apport supplémentaire en oxygène dans les situations pathologiques qui le nécessite va restituer l'activité cellulaire normale au niveau mitochondriale.

5.3 Posologie

Le débit de l'oxygène utilisé est en fonction de l'état clinique de malade. En pratique courante, la surveillance de saturation pulsée en oxygène SpO₂ est recommandée car son augmentation est un bon indice de l'efficacité du traitement. En règle générale, on cible une pression partielle artérielle en oxygène PaO₂ ≥60 mmHg (7,96 kPa ou SpO₂ ≥90 %)

Ci-dessous, quelques recommandations de débit de l'oxygène retrouvées dans les RCP:

5.3.1 Situations d'urgences

La saturation cible est entre 94-98% chez les patients en urgence, l'administration de l'oxygène à fort débit 15 l/min est recommandée dans les situations critiques (34). Chez les malades à risque d'insuffisance respiratoire hypercapnique et qui nécessite une oxygénothérapie en urgence comme les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), on cible une saturation entre 88-92%, le débit recommandé est entre 2 et 4 l/min

5.3.2 Population pédiatrique

Selon les recommandations de l'OMS, si SpO₂ <90% et l'enfant présente des signes cliniques de détresse respiratoire, l'oxygénothérapie est nécessaire et elle doit être interrompue chez un enfant cliniquement stable avec SpO₂ > 90 %. Un faible débit administré par lunette nasale est préféré (35).

5.3.3 Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO)

L'utilisation de l'oxygène chez les malades atteints de BPCO est nécessaire car il a été démontré qu'une oxygénothérapie à long terme (18 heures/jour) peut prolonger la vie du patient (36) (37) (38) .

L'indication de l'oxygénothérapie à long terme est l'hypoxémie franche confirmée par

gazométrie au repos et à 3 semaines d'intervalle, définit par:

- Une PaO₂ <55 mmHg,
- Une PaO₂ <60 mmHg en cas de comorbidité : Hypertension artérielle pulmonaire, cœur pulmonaire chronique, polyglobulie
- Si le patient a une saturation diurne > 60 mmHg mais a une désaturation nocturne, une OLD nocturne est indiquée

Le but d'OLD est de maintenir PaO₂ <60 mmHg ou une saturation <90% pour cela l'oxygène est administré à un faible débit de 0,5 à 2 litres/minute pour diminuer le risque d'hypercapnie qui nécessite une surveillance par gazométrie. La source doit être choisie en fonction des besoins du patient, du stade de la maladie et de sa mobilité, par exemple un concentrateur à domicile est préféré, mais si le patient est mobile, l'oxygène liquide est donc prescrit.

5.3.4 COVID 19

Les recommandations établis par l'OMS dans la prise en charge des patients atteints de la Covid-19 sont (39):

- La SpO₂ cible \geq 94 %
- L'administration de l'oxygène immédiatement si la SpO₂ est < 90 % (sans ou avec signes d'urgence qui sont une obstruction des voies aériennes, détresse respiratoire sévère et cyanose, état de choc ou convulsion.
- Après stabilisation du patient : la saturation cible est SpO₂ > 90 % chez les adultes et SpO₂ \geq 92-95 % chez les femmes enceintes.
- L'importance d'utiliser les matériels appropriés de l'administration est soulignée.

Selon L'agence fédérale des médicaments et des produits de santé en Belgique (40), le débit de l'oxygène est adapté à une saturation cible \geq 92% à n'importe quel stade de maladie.

- Si le débit requis pour atteindre la saturation cible est <3L, l'agence recommande l'utilisation d'un concentrateur et s'il est >3L, l'oxygène liquide ou en bouteille sont préférables
- Si la saturation est \geq 92% pendant trois jours consécutifs, il est recommandé

d'arrêter l'oxygénothérapie.

Selon la recommandation de Cellule de veille COVID 19 (CHU Mustapha ALGER) émises en 14 Juillet 2020 (41), La saturation cible est de 95%.

- Si la saturation cible est atteinte et que l'état clinique s'améliore, l'oxygène doit être maintenu et la SpO₂ vérifiée toutes les 3 heures.
- Interrompre l'oxygénothérapie si le patient est stable sans oxygène pendant au moins 24 heures.

5.3.5 Intoxication au monoxyde de carbone CO

Le traitement hyperbare 2ATA est recommandé dans cette situation par contre s'il n'est pas disponible, il est indiqué de commencer un traitement normobare (oxygène à 100%) et ce jusqu'à ce que la carboxyhémoglobine soit en dessous de 3% et la disparition des signes cliniques d'intoxication. Chez les femmes enceintes intoxiquées par le CO, la saturation cible est <95% (42).

5.4 Effets indésirables

L'oxygène peut être dangereux pour les patients et son utilisation n'est pas sans risque, plusieurs effets indésirables sont rapportés lors d'une oxygénothérapie dont l'hyperoxie, l'hypercapnie, l'atélectasie, le barotraumatisme, la contamination microbienne, le pneumothorax, les brûlures cryogéniques, la claustrophobie et la sécheresse de muqueuses.

5.4.1 Hyperoxie

L'élévation excessive de la fraction inspirée en O₂ (FIO₂) au cours de l'oxygénothérapie entraîne l'hyperoxie qui se définit par l'augmentation de PA de l'oxygène O₂ dans les cellules. La toxicité de l'oxygène est due à sa forte réactivité chimique et sa capacité à former des radicaux libres qui sont des atomes ou des molécules possédant un électron célibataire non appariés à leur couche externe ce qui les rend hautement réactifs.

Les radicaux libres de l'oxygène également appelés espèces réactives de l'oxygène ERO peuvent se former au niveau mitochondriale et ils sont responsables de phénomènes de stress oxydatif. Il en existe plusieurs ERO parmi lesquelles : l'anion superoxyde, le

peroxyde d'hydrogène, le radical hydroxyl, l'oxygène singulet et les radicaux peroxy (43). Les RL réagissent avec presque toutes les structures biologiques et les dégâts tissulaires qu'ils provoquent font intervenir les lipides, les protéines ou l'ADN (43)

La sensibilité à la toxicité de l'oxygène diffère d'un tissu à un autre cependant, les poumons, les yeux et le cerveau restent les plus sensibles (31).

5.4.1.1 Toxicité pulmonaire

Les manifestations cliniques de la toxicité pulmonaire induite par l'oxygène médical sont une trachéobronchite (31) (44) accompagnée de:

- Douleur rétro-sternale
- Toux sèche qui apparaît après quelques heures (4h)
- SDRA
- Fibrose avec dégâts alvéolaires étendus
- Oedème interstitiel peut s'installer et entraîner une fibrose pulmonaire.

Bien qu'une toxicité pulmonaire peut survenir avec l'oxygénothérapie normobare et hyperbare également mais l'exposition lente et l'oxygénothérapie hyperbare favorisent l'apparition des symptômes (45).

Dysplasie broncho-pulmonaire

C'est une pathologie pulmonaire chronique qui affecte les prématurés. Au cours de dysplasie pulmonaire une hypoplasie alvéolaire s'observe, menant à la formation d'alvéoles moins nombreuses et plus grandes et donc diminution de surface d'échanges. Cette pathologie est multifactorielle mais elle est directement liée à la ventilation prolongée avec des concentrations élevées (46) (47).

Effet Lorraine smith

L'effet Lorraine smith c'est le nom de la toxicité pulmonaire de l'oxygène durant le traitement hyperbare a été découverte en 1988 par Lorrain Smith. Il a constaté une dyspnée progressive chez un rat exposé à une PO_2 de 0,74 à 0,8 atmosphère conduisant à la mort en 4 jours ou en 5 à 10 heures à 2,7 –3,6 atmosphères (48) (49).

5.4.1.2 Toxicité neurologique (Effet Paul Bert)

La neurotoxicité de l'oxygène est surtout liée au traitement hyperbare. Elle a été découverte en 1877 par Paul Bert qui a constaté des convulsions qui apparaissent après administration de l'oxygène à < 3 ATA (48).

Les crises de convulsions surviennent généralement à la fin de séance du traitement hyperbare au début de la compression, parfois précédé par des prodromes tels que les palpitations, sueurs, bradycardie, nausée, vomissement, diminution de vision, des spasmes musculaires au niveau des yeux, de la bouche et du front (31).

5.4.1.3 Toxicité oculaire

Les effets oculaires de l'oxygénothérapie normobare sont observés essentiellement chez les prématurés exposés à des fortes concentrations en oxygène, ces enfants développent une fibroplasie rétrolentale appelée rétinopathie du prématuré causée par les vaisseaux mal développées qui n'arrivent pas à proprement vasculariser la rétine. Le décollement de rétine et une perte de vision sont possibles surtout chez les prématurés qui pèsent moins d'1kg (50).

5.4.2 *Hypercapnie*

L'apparition ou la majoration d'une hypercapnie est l'effet indésirable le plus connu et rencontré au cours de l'oxygénothérapie (51). Dans la plupart des cas, il s'agit d'une aggravation d'une hypercapnie causée par une pathologie sous-jacente en particulier chez les patients souffrant d'insuffisance respiratoire chronique ou ceux atteints de bronchopneumopathie obstructive chronique (52).

L'hypercapnie est l'augmentation de la concentration de gaz carbonique CO₂ dans le sang au-delà de valeur physiologique normale qui est inférieure à 40 mm hg (53). Le risque majeur de cette élévation est l'acidose respiratoire qui se manifeste cliniquement par des céphalées, somnolence, confusion, l'anxiété et l'astérixis (qui sont des secousses musculaires brusques et brèves appelé aussi flapping tremor) (54).

L'hypoxémie reste plus mortelle et dangereuse que l'hypercapnie et donc sa correction est toujours privilégiée dans le contexte clinique.

5.4.3 Atélectasie

L'atélectasie est l'un des effets indésirables associés à l'exposition à l'oxygène à haut débit, en particulier en anesthésiologie (55). Il s'agit d'une maladie respiratoire dans laquelle les poumons se vident d'air conduisant à un collapsus, dans le cas d'oxygénothérapie, elle est secondaire à une diminution de la quantité de l'azote dans la fraction inspirée ou diminution d'apport de l'oxygène par rapport au débit sanguin, les alvéoles pulmonaires subissent un effondrement augmentant le shunt intrapulmonaire (56). Son diagnostic dépend sur le tableau clinique et la radiologie thoracique qui montre une zone d'opacité bien limitée (57).

5.4.4 Barotraumatisme

Le barotraumatisme est un effet indésirable rare mais très dangereux (48) lors de la thérapie hyperbare du à la décompression rapide après les séances d'oxygénothérapie ou la pression massive exercée sur les cavités closes comme les poumons entraînant le barotraumatisme pulmonaire ou l'oreille interne causant la rupture de la membrane tympanique (31). Le barotraumatisme pulmonaire se manifeste par un emphysème sous-cutané ou un emphysème médiastinal ou un pneumothorax ou une embolie gazeuse artérielle (58).

5.4.5 Pneumothorax

Le pneumothorax est la présence de l'air entre les deux feuillets de plèvre, risque rencontré au cours de l'oxygénothérapie hyperbare, pouvant être causé par le traitement ou par une pathologie sous jacente tel que l'emphysème ou la fibrose pulmonaire Son diagnostic est surtout radiologique (31) (59).

5.4.6 Contamination microbienne

Les dispositifs d'humidification et les nébulisateurs exposent les patients au risque de contamination microbienne pouvant causer des infections nosocomiales pulmonaires bactériennes (60). Dans la majorité des cas, il s'agit d'un manque de stérilité en particulier chez les patients recevant une oxygénothérapie à domicile (61) (62)

5.4.7 Claustrophobie

Les caissons hyperbares peuvent être à l'origine d'une attaque d'anxiété déclenchée par le confinement dans les petites chambres (31).

5.4.8 Brûlures cryogéniques

L'oxygène est un gaz cryogénique (qui produit du froid) et une exposition prolongée de la peau ou les muqueuses peut produire des brûlures thermiques de type gélure. Si la peau entre en contact avec des récipients ou des tuyaux non isolés, la peau peut se coller et se déchirer lorsqu'elle est pelée. La peau devient jaunâtre et cireuse avec des douleurs (63).

5.4.9 Sécheresse des muqueuses

L'oxygène peut assécher la muqueuse nasale et buccale, ce qui est gênant pour le patient surtout s'il est sous traitement à long terme, c'est pour ça qu'on utilise les humidificateurs et les barboteurs.

5.5 Interactions médicamenteuses

L'oxygène potentialise les effets indésirables de certains médicaments qui ont une toxicité pulmonaire et peuvent affecter l'activité respiratoire. Les pneumopathies d'origine médicamenteuse sont souvent sous estimées et mal évaluées. Plusieurs molécules sont incriminées tels que l'amiodarone, bléomycine, méthotrexate, les inhibiteurs des tyrosines kinases et les inhibiteurs des points de contrôle immunitaire. L'utilisation de ces médicaments avec l'oxygène qui est lui-même pneumotoxique peut conduire à une exacerbation de toxicité pulmonaire (64).

5.5.1 Bléomycine

L'interaction médicamenteuse entre la bléomycine et l'oxygène médical est importante. La bléomycine est un agent anticancéreux, utilisé pour le traitement des lymphomes, cancer de la gorge, de la bouche et des testicules. L'un de ces effets secondaires est la toxicité pulmonaire qui se manifeste par une fibrose pulmonaire secondaire à la perte d'élasticité des poumons par altération des vaisseaux pulmonaires (65). L'oxygène peut exacerber cette toxicité pulmonaire, ce qui a été confirmé par plusieurs études sur les animaux (66)(67). L'oxygénothérapie induit la formation des radicaux libres, H_2O_2 qui est un

activateur de bléomycine, en plus la bléomycine elle-même forme H_2O_2 et OH (68).

5.5.2 Amiodarone

L'amiodarone est un médicament antiarythmique de classe III d'une utilisation courante en thérapie, il est connu pour ses effets indésirables surtout en traitement chronique (69). La pneumopathie interstitielle qui peut évoluer vers une fibrose pulmonaire est l'un de ces effets délétères qui touchent 5 % des patients traités avec l'amiodarone dont l'usage de l'oxygène médical est l'un des facteurs de risque (70). Les patients sous amiodarone et qui ont reçu des fortes FIO_2 sont à risque de développer une pneumotoxicité de l'amiodarone (71). Sa toxicité pulmonaire est probablement liée à la destruction des cellules de parenchyme pulmonaire tels que les pneumocytes type II et la formation des radicaux libres (70). L'utilisation de l'oxygène avec l'amiodarone augmente le risque de SDRA.

Dans ces conditions, la conduite à tenir pour minimiser le risque de SDRA est de bien surveiller les paramètres d'oxygénothérapie (SAO_2 , FIO_2 et PAO_2) chez les patients traités par amiodarone(72). Il est aussi recommander d'utiliser les plus faible débits possibles chez ces patients (73). A noter qu'il y a une certaine accumulation d'amiodarone au niveau des tissus adipeux ce qui allonge sa demi-vie (72).

5.5.3 Nitrofurantoïne

La nitrofurantoïne est un antibiotique de la famille des nitrofuranes avec essentiellement des effets secondaires hépatiques et pulmonaires. La pneumotoxicité de nitrofurantoïne peut être (74) aiguë d'origine allergique ou chronique d'origine cytotoxique. L'étude sur les animaux montre que l'exposition des rats à l'air enrichi en oxygène aggrave les signes pneumologiques de la nitrofurantoïne (75)(76)

5.5.4 Paraquat

L'intoxication par le paraquat, un herbicide non sélectif, est très grave. Il a une affinité pour les alvéoles et il entraîne souvent une alvéolite aiguë fibrosante irréversible. L'oxygène et le paraquat ont la capacité de former des radicaux libres hautement toxiques. Les études ont montré que l'oxygène est un élément essentiel dans la toxicité de paraquat chez les mammifères et les bactéries et les plantes. Par contre, d'autres études sur l'animal ont montré que les concentrations faibles de l'oxygène (entre 10% et 14%) ont été un

facteur protecteur des rats contre la toxicité de paraquat (77).

5.6 Contre indication

5.6.1 *Oxygénothérapie normobare*

- Aucune contre-indication absolue en urgence.
- Chez les patients sous oxygénothérapie à long terme, adapter un faible débit pour éviter l'hypercapnie (76) est une des préconisations des médecins spécialistes.

5.6.2 *Oxygénothérapie hyperbare*

5.6.2.1 Contre indication absolue

- Pneumothorax non drainé.
- Épilepsie non stabilisée par traitement (31) (48)

5.6.2.2 Contre indication relative

- Asthme non contrôlé
- BPCO (le risque d'hypercapnie)
- Sphérocytose congénitale : utilisation en urgence seulement (75)
- Utilisation de bléomycin ou cisplatine ou doxorubicine

5.7 Grossesse et allaitement

L'oxygène est utilisé en toute sécurité chez les femmes enceintes et allaitantes

5.7.1 *Grossesse*

5.7.1.1 Oxygénothérapie normobare

L'oxygène peut être utilisé chez les femmes enceintes souffrant d'hypoxémie

5.7.1.2 Oxygénothérapie hyperbare

L'OHB doit être utilisée qu'en situation où le pronostic vital de la patiente est engagé.

L'utilisation de l'OHB durant la grossesse durant l'intoxication au monoxyde de carbone

est parfois recommandée de faite qu'elle assure une meilleure oxygénation rapidement (78) mais d'autres études préviennent le risque d'avortements reportés dans les études d'animaux . Une étude sur des lapines exposées à l'oxygène 1.5-2 ATA pendant 5 heures pendant leur grossesses a montré une augmentation dans le nombre des malformations (79). Une étude prospective sur les femmes enceintes qui ont subi une OHB après intoxication au CO a conclu que l'oxygène peut être utilisé en toute sécurité (42).

5.7.2 Allaitement

L'oxygène peut être utilisé par la femme allaitante en toute sécurité.

5.8 Précautions d'emploi

Plusieurs règles générales sont recommandées dans la littérature pour éviter les accidents liés à l'utilisation de l'oxygène médical (80). Le plus grand risque de l'oxygénothérapie est le risque d'incendie.

5.8.1 Risque d'incendie

L'oxygène est un gaz comburant et donc un air enrichi en oxygène, même à un faible pourcentage est dangereux et sujet au feu (81) de sorte que la zone autour de source de l'oxygène est à risque de combustion.

L'oxygène nécessite la présence d'une source de combustion pour l'allumage et l'ignition, les sources varient de leur nature, elles peuvent être :

- Les huiles, graisses et crèmes à base de lipophiles, les produits cosmétiques, les lubrifiants.
- Source de feu (point incandescent) comme les étincelles et les bougies
- Appareils électriques surtout l'électroménager dans les maisons
- Les cigarettes.
- Les générateurs d'aérosol comme les désodorisants ou l'alcool

Il est nécessaire d'éviter toutes sources de flamme (81). Les graisses présentent un risque d'explosion avec l'oxygène, il ne faut jamais lubrifier le matériel ou les muqueuses avec des produits huileux, en préférence on utilise des produits à base d'eau sur les mains, le visage ou à l'intérieur du nez chez les patients qui plaignent de sécheresse des muqueuses. Le Dégraissage des appareils et matériels avec des solvants appropriés est recommandé.

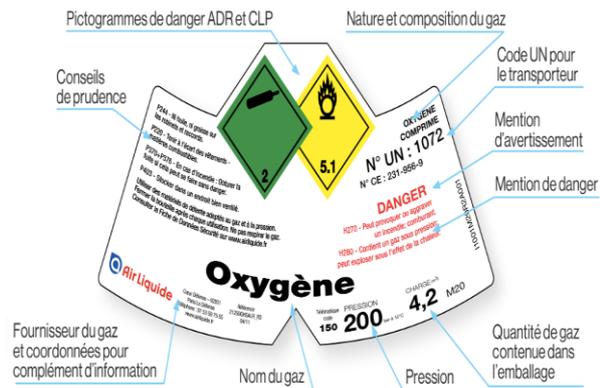


Figure 6: Etiquette d'une bouteille de l'oxygène Air liquide (115)

Ne pas fumer à proximité de matériels, le risque d'incendie a été prouvé très élevé chez les patients fumeurs sous oxygénothérapie à long terme par rapport aux non fumeurs (82). Bien que les cigarettes électroniques soient considérées comme une alternative à l'arrêt du tabac, les patients qui utilisent des e-cigarettes ont signalé des accidents (83).

Certains pays, comme la Nouvelle-Zélande et l'Australie, exigent une cessation tabagique totale avant de commencer le traitement et considèrent le tabagisme comme une contre-indication de l'oxygénothérapie à domicile (84).

5.8.2 Autres précautions d'emploi

- L'administration doit être la plus courte possible et doit être surveillée par contrôle de la saturation périphérique en oxygène (SpO₂).
- L'oxymétrie de pouls est une méthode de surveillance de choix car elle est précise, non invasive et facile à réaliser
- Dans les caissons hyperbares, la pression doit être lentement augmentée et diminuée pour éviter le barotraumatisme.
- Chez les nouveaux nés, la concentration efficace la plus faible doit être recherchée pour éviter la rétinopathie du prématuré et la dysplasie pulmonaire.
- Chez les patients sous oxygénothérapie à long terme, et qui souffrent des pathologies chroniques telles que BPCO ou mucoviscidose, l'oxygène est administré en faible débit avec surveillance particulière pour les signes d'acidose

respiratoire et de l'hypercapnie.

- Utiliser des matériaux adéquats pour les pathologies (85) et s'il y a une fuite, fermer le robinet ou la vanne d'alimentation du circuit et consulter un expert.
- Éviter les vêtements synthétiques et porter des vêtements en préférence en coton, ils ont aussi besoin d'aération pour évacuer l'oxygène qui a tendance à s'y coller (86).
- L'oxygène est inodore et incolore, et la pièce doit être ventilée au moins deux fois par jour pendant 10 fois pour minimiser la formation d'air enrichi en oxygène autour du patient (86).
- Un personnel expérimenté doit effectuer la réparation et la maintenance, s'il est nécessaire d'utiliser une source d'électricité pour soudage par exemple, il faut bien ventiler les zones (87).
- Protection contre les brûlures cryogéniques en évitant les parties froides ou givrées du matériel
- Il est recommandé de porter des gants cryogéniques pour isoler le froid, des lunettes à protection latérale pour protéger les yeux et porter des bottes ou chaussures de sécurité pour protéger les membres inférieurs.
- L'oxygénothérapie doit être effectuée par du personnel qualifié familiarisé avec les précautions de manipulation du matériel
- Suivre les règles de stockage et de transport des bouteilles.
- Vérifier le matériel et l'installation avant l'utilisation en préférence par un expert.
- Les centres d'oxygénothérapie hyperbares doivent être gérés par personnel qualifié.
- Le médecin responsable de l'oxygénothérapie hyperbare doit évaluer le rapport bénéfice risque surtout chez les patients claustrophobes, ou qui présentent un pneumothorax, BPCO, un emphysème, antécédents de crise épileptiques ou convulsives.

6 INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

6.1 Définition

L'oxygénothérapie est un traitement médical conçu pour fournir artificiellement de l'oxygène à l'organisme par les voies respiratoires aux personnes atteintes de diverses

affections, entraînant une hypoxie. Les 02 types d'oxygénothérapie sont la normobare et l'hyperbare. La première consiste à administrer l'oxygène de façon continue ou discontinue sous une pression égale à l'atmosphère (0.21 à 1 atm) et la seconde consiste à administrer de l'oxygène pur à une pression supérieure à l'atmosphère (1.5 à 3 atm) (88).

6.2 Oxygénothérapie normobare

Les patients hospitalisés peuvent recevoir l'oxygénothérapie pour une pathologie hypoxémiant. Une fois guéris, le traitement sera interrompu. Parmi les troubles et les pathologies pour lesquels l'oxygénothérapie normobare peut être nécessaire, nous rappelons:

6.2.1 Insuffisance respiratoire aiguë (IRA)

Le rôle essentiel du système respiratoire est d'assurer les échanges gazeux en apportant de l'oxygène au sang artériel et en éliminant le gaz carbonique du sang veineux. L'incapacité brutale de maintenir ces échanges soit par une diminution de la concentration de l'oxygène ou l'augmentation de la concentration en gaz carbonique se définit par une insuffisance respiratoire aiguë (89). On distingue deux types de l'insuffisance respiratoire aiguë soit hypoxémique et/ou hypercapnique (90)

Les IRA hypoxiques mettent en jeu le pronostic vital dont l'absence de correction aboutit à une polypnée voire même un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) ce qui nécessite une oxygénothérapie immédiate en traitant au même temps la cause de cette insuffisance (91).

L'oxygénothérapie ne corrige pas l'hypoventilation, pour cela on doit atteindre une PaO_2 à 60 mmHg pour que la SaO_2 soit au minimum à 90 % sans acidose menaçante (92,93).

Les patients avec une insuffisance respiratoire aiguë hypoxémique ont un meilleur pronostic après avoir subi un traitement de première ligne par une oxygénothérapie à haut débit (OHD) en termes de mortalité et d'intubation par rapport aux autres techniques qui existent actuellement (91).

6.2.2 Insuffisance respiratoire chronique (IRC)

L'insuffisance respiratoire chronique (IRC) se définit par la défaillance permanente de

l'appareil respiratoire ou il n'assure plus sa fonction d'hématose altérant les échanges gazeux entre l'air et le sang. Elle peut être obstructive (BPCO) ou restrictive (tuberculose, fibrose) (89,94).

Son traitement diffère selon le type et la cause de l'insuffisance mais une oxygénothérapie de longue durée (OLD) est essentiellement recommandée à domicile pour corriger l'hypoxémie et améliorer l'espérance de vie des patients (89,95).

6.2.3 *Syndrome de l'apnée du sommeil*

Le syndrome de l'apnée du sommeil est la résultante des interruptions de la respiration pendant le sommeil, il peut être complet ce qu'on appelle apnée ou partiel appelé hypopnée. Ce syndrome empêche l'air de passer par un manque de tonicité et par la suite y aura une diminution de l'oxygène dans le sang (hypoxémie) (96,97). L'apnée peut arriver plusieurs fois par nuit et perturbe le sommeil ou elle se produit sans conscience mais le lendemain le patient aura sensation de somnolence.

La souffrance des personnes atteintes par ce syndrome recommande un traitement efficace améliorant la qualité du sommeil en plaçant un masque d'oxygène sur le nez et la bouche pour maintenir une respiration constante et préserver l'ouverture des voies aériennes (96,97).

6.2.4 *Insuffisance cardiaque*

L'insuffisance cardiaque aiguë regroupe plusieurs états cliniques y compris l'œdème aigu pulmonaire (OAP), l'insuffisance cardiaque gauche ou droite isolée et le choc cardiogénique. Cette pathologie peut provoquer une hypoxémie causant une gêne respiratoire après un effort ou même au repos d'où la nécessité du position décubitus pour la soulager (98,99).

L'oxygénothérapie sous pression positive est indispensable comme traitement symptomatique pour sauver la vie du patient en temps de crise (100).

6.2.5 *Algies vasculaires de la face (AVF)*

L'algie vasculaire de la face est due à un dysfonctionnement vasculaire, qui se manifeste

par une céphalée primaire avec une douleur intense touchant la moitié du visage comme son nom l'indique, généralement en arrière de l'œil. De plus, une rougeur cutanée et un écoulement nasal, dans le même côté de la douleur. Sa physiopathologie n'est pas encore élucidée mais une hypothèse suggère que l'anomalie se situe dans le sinus caverneux. Elle se manifeste par des crises allant de 30 minutes à quelques heures, et elle peut durer jusqu'à un mois (101,102).

Le traitement de crise c'est de l'oxygène et le sumatriptan (102). L'efficacité de l'oxygénothérapie a été démontrée par Kudrow et une réponse apparaît majoritairement dans les premières 7 minutes (103).

L'oxygène doit être administré immédiatement après l'apparition des symptômes, sinon un effet de rebond important peut se produire (104). Maintenant l'oxygène est prescrit à un débit de 12 à 15l/min, en utilisant un masque à haute concentration pour une durée de 15 à 20 minutes (102).

6.2.6 Crises d'asthme aigu grave

L'asthme est une maladie respiratoire qui atteint les bronches dont ils sont sensibles à plusieurs facteurs, cette hyper sensibilité cause une inflammation et une contraction brutale au niveau bronchique et puis la sécrétion d'un mucus. Ce dernier bloque le passage de l'air alors une gêne respiratoire arrive et une dyspnée qui s'installe, c'est la crise d'asthme (105,106).

Le traitement de l'asthme repose essentiellement sur les bronchodilatateurs associés à une corticothérapie mais la crise aiguë grave nécessite une mise en charge immédiate sous oxygène qui peut aller à une ventilation assistée avec une élévation de dose des médicaments cités dessus (106,107).

6.2.7 Broncho pneumopathie chronique obstructive (BPCO)

La Broncho pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) est une maladie chronique des bronches qui se rétrécissent en diamètre et obstrue définitivement les voies respiratoires et aussi les poumons en provoquant une gêne respiratoire et une diminution du débit d'air qui n'est pas entièrement réversible, souvent associée à d'autres maladies. En plus de produire des mucosités et de tousser, les patients souffrent d'une dyspnée pour des efforts

différents. Le diagnostic repose sur l'interrogatoire et les épreuves fonctionnelles respiratoires qui montrent une diminution du volume expiratoire maximal par seconde. L'oxygénothérapie hyperbare est recommandée au stade de l'insuffisance respiratoire avec hypoxémie. Les objectifs du traitement de la BPCO tels que spécifiés par la Société française de pneumologie sont de réduire la dyspnée, et d'améliorer la qualité de vie (108–110)

6.2.8 *Coronavirus (COVID19)*

La covid19 (corona virus disease 2019) est une infection virale du système respiratoire due au SARS-COV 2 déclarée pandémie par l'OMS le 11 mars 2020 (111,112). C'est une maladie très contagieuse transmise par l'intermédiaire des gouttelettes salivaires durant les deux premières semaines. Les principaux symptômes qui apparaissent sont : la fièvre, la toux et une dyspnée dans les formes les plus graves. On parle de situation de détresse respiratoire si la fréquence respiratoire est supérieure à 30 cycles/min et une saturation inférieure à 93 % d'où la nécessité d'une ventilation.

Lors d'infection COVID, les neutrophiles et les macrophages augmentent le taux des cytokines induisant une inflammation qui peut changer la morphologie des poumons et donc la formation des œdèmes qui ont pour conséquence une hypoxie.

Une oxygénothérapie à haut débit est recommandée dans ce cas avec une saturation cible entre 94 % à 96 % dans un premier temps, après la stabilisation du patient la cible diminue à 90 % (112–114).

6.2.9 *En Post-OP*

Plusieurs complications peuvent se manifester après un geste chirurgical soit à cause de l'anesthésie ou du geste lui-même, parmi ces complications on cite celles respiratoires qui ont une incidence semblable avec les complications cardiovasculaires.

Elles sont responsables d'une obstruction de la filière pharyngée, d'un traumatisme musculaire ou d'une douleur inhibant l'inspiration profonde dont la saturation sanguine diminue à moins de 90%. La prévention pré et postopératoire de ces effets de mal oxygénation repose sur une ventilation protectrice (115).

6.3 Oxygénothérapie Hyperbare

L'oxygénothérapie hyperbare est une technique de thérapie ancienne dont des pressions d'oxygène supérieures à l'atmosphère sont fournies au patient par le biais des caissons hyperbares. Parmi les pathologies nécessitant cette thérapie, nous citons : les intoxications au monoxyde de carbone (116), les gangrènes gazeuses (117), les surdités brusques (118), le phénomène de cicatrisation (119) et les accidents de plongées sous marines (120).

7 CONSOMMABLES

7.1 Matériels de dispensation

Il existe différentes manières d'administrer de l'oxygène, chacune avec ses propres avantages et inconvénients, et aucune technique ne peut fonctionner dans toutes les situations. D'où l'importance de comprendre les caractéristiques de chaque dispositif afin de savoir les utiliser au bon moment et pour la bonne personne selon la FiO_2 souhaitée et la durée du traitement.

7.1.1 Lunettes nasales

Les lunettes nasales, ou encore appelées canules nasales, sont fréquemment utilisées en néonatalogie pour administrer de l'oxygène aux nouveaux nés, aux enfants âgés moins de 5 ans et même pour les adultes.



Figure 7: Lunettes nasales(155)

Ces canules sont constituées de tubes en plastique terminant par deux broches courtes placées dans les narines. Elles permettent de délivrer un débit de 2L/min ou plus et sont ajustables selon le patient et son état qui ne doit pas présenter de risque d'inhalation de gaz carbonique et reste les plus confortables. Par contre, elles peuvent causer une irritation nasale au-delà de 6 à 8 L/min d'où la nécessité d'une humidification (121,122).



Figure 8: Lunettes nasales à haut débit(159)

Il existe une nouvelle technologie de ventilation par canule nasale à haut débit, un dispositif délivrant du gaz inhalé chauffé et humidifié à des débits plus élevés (jusqu'à 70 L/min) via une canule nasale, de

l'oxygène inhalé (FiO_2) pouvant aller de 21 % à 100 %. Cette approche semble être très efficace dans le traitement de la bronchiolite et de l'hypoxie postopératoire (123–125).

7.1.2 Masques à oxygène

Un masque à oxygène est un dispositif en plastique transparent avec des orifices latéraux qui recouvre le nez et la bouche, et parfois toute la tête, pour fournir de l'oxygène aux voies respiratoires du patient à l'aide d'un récipient de stockage qui peut être une bouteille d'oxygène ou un concentrateur (126,127).

7.1.2.1 Masque facial simple

C'est un masque généralement de forme triangulaire utilisé comme interface pour inhaler l'air d'oxygène ou de gaz anesthésiques.

Il sert à administrer des faibles concentrations ou moyennes, il est peu coûteux et facile à placer mais fournit une FiO_2 non précise et doit être enlevé pour boire et manger (128).



Figure 9: Masque facial simple(163)

7.1.2.2 Masque à réinspiration partielle

Ce masque possède une poche d'air qui se gonfle lors de l'inspiration et de l'expiration. L'oxygène pénètre dans le masque par un petit tube qui se connecte à la jonction du masque et du sac, de sorte que la personne inhale de l'oxygène des deux derniers en plus de l'air ambiant, qui peut fournir des concentrations élevées. Le débit doit être ajusté pour éviter l'affaissement du sac (128).

7.1.2.3 Masque sans réinspiration (MSRI)

Ce dispositif se distingue avec le masque à réinspiration partielle par la présence de 2 valves. Il est considéré comme dispositif à haute concentration qui se situe entre 60% à 90%, par contre elle n'est pas précise avec un potentiel inefficace d'élimination du CO_2 . Il est mieux adapté pour les traumatismes et les urgences (126,128).



Figure 10: Masque sans réinspiration (MSRI) (164)

7.1.2.4 Masque venturi

Le masque Venturi fournit l'oxygénothérapie la plus fiable et la plus précise en ajustant la taille et le débit de son orifice d'entrée (4 à 8L/min) pour fournir un volume constant d'oxygène au patient tout en éliminant l'excès de gaz lié au dioxyde de carbone par les deux autres sorties. Les différentes concentrations mentionnées sur le dispositif Venturi vont de 24 % (comme dans le cas de la BPCO) à 60 %. La précision lors de l'ajustement du visage est requise pour maintenir la même concentration, il faut aussi bien vérifier à chaque fois si la peau du patient est irritée (126,128).



Figure 11: Masque venturi (165)

7.1.2.5 Double Trunk Mask (DTM)

Le Double Trunk Mask (DTM) est un système d'administration de l'oxygène constitué d'un masque aérosol sur lequel 2 tuyaux creux sont placés. Il permet de fournir des FiO₂ élevées avec un espace mort réduit ou annulé même si de l'oxygène frais est administré à faible débit dans le DTM. La ré-inhalation de CO₂ expiré ne présente pas un danger avec ce dispositif (129).



Figure 12: Double Trunk Mask (DTM) (167)

7.1.2.6 Masque CPAP (Continuous Positive Airway Pressure)

La pression positive continue était, depuis 30 ans, et reste jusqu'à présent le traitement le plus efficace et le plus recommandé pour le syndrome d'apnée hypopnée du sommeil et dans la prévention de ses complications cardiaques. Ce dispositif est un masque nasal ou facial équipé d'un appareil cpap qui génère un air de pression positive réglable et il peut



Figure 13: Masque CPAP(169)

être portable (130).

7.1.2.7 Masque BiPAP

Comme la CPAP, c'est une méthode de ventilation non invasive à haute concentration, avec deux niveaux de pression,



Figure 14: Masque BiPAP (172) **29**

une pour l'inspiration et l'autre pour l'expiration. Le BiPAP n'offre aucun avantage clinique significatif en comparant avec la CPAP chez les patients présentant un œdème pulmonaire cardiogénique aigu, et il est utilisé dans le traitement de syndrome d'apnée de sommeil aussi (131,132).

7.1.3 Cloche de Hood

C'est une enceinte encéphalique utilisée en néonatalogie et en pédiatrie dont soit la tête ou une partie du corps de l'enfant est placée sous la cloche en lui permettant de respirer un air riche en oxygène.



Figure 15: Cloche de Hood (175)

La cloche est reliée à un tuyau d'entrée d'oxygène et à un tuyau d'évacuation du CO₂, il peut être placé à l'intérieur d'une couveuse. Les grandes débit d'O₂ dans ces enceintes peuvent exposer l'enfant à un risque majeur de réinhalation de CO₂ d'où la nécessité d'augmenter le débit de balayage du gaz carbonique au-delà de 6L/min (133,134).

7.1.4 Cathéter transtrachéal

Ce cathéter est une extension de la réanimation par ponction cricothyroïdienne ancienne et fait partie des méthodes de ventilation depuis 1985 pour les patients difficiles à intuber. L'une de ses caractéristiques les plus précieuses est sa consommation réduite d'oxygène, une plus grande efficacité, aucun risque de déconnexion et aucune blessure nasale.



Figure 16: Cathéter transtrachéal (178)

Afin de réduire les complications, l'insertion du cathéter doit être réalisée par un opérateur expérimenté dans un établissement spécialisé et une surveillance est recommandée les premiers jours, puis il peut être utilisé à domicile. Les patients doivent être suivis et, si nécessaire, les traiter en urgence (135,136).

7.1.5 *Canule de trachéotomie*

La trachéotomie est définie comme l'ouverture de la trachée du cou et la mise en place d'une canule pour permettre la respiration dans les voies respiratoires supraglottiques.

Un tube de trachéotomie, qui existe depuis plusieurs années, est un tube incurvé en métal ou en plastique qui pénètre dans la trachée par un trou de trachéotomie à une extrémité et laisse l'autre extrémité exposée pour la fixation.



Figure 17: Canule de trachéotomie (180)

Dans le cas d'une trachéotomie permanente, plusieurs complications sont survenues, notamment des granulomes, des sténoses et des infections. Un masque de trachéotomie en forme de T à débit variable doit être fixé directement au tube de trachéotomie pour atteindre la saturation en oxygène souhaitée (34,137)

7.2 **Matériels annexes**

En plus des dispositifs médicaux, un matériel auxiliaire est nécessaire soit pour lier, ajuster ou compléter l'action attendue de l'appareil.

7.2.1 *Tubulures de raccordement*

Sont des tubulures souples et transparentes servant à connecter les débitmètres et les régulateurs aux dispositifs d'administration. L'Agence nationale pour la sécurité des patients a signalé que des événements indésirables fréquents liés à l'utilisation d'oxygène, parmi lesquels quatre cas où un masque à oxygène a été connecté à une sortie de l'air comprimé au lieu d'une sortie d'oxygène. Alors, il est nécessaire de les placer correctement avec prudence (34).



Figure 18: Tubulures de raccordement (181)

7.2.2 *Systèmes économiseurs*

Les valves économistes de l'oxygène sont utilisées pour l'oxygénothérapie de déambulation. Elles fournissent une bouffée d'oxygène seulement dans la période de

l'inspiration d'où sont économiques. Cette valve permet d'allonger la durée d'utilisation de la bouteille à gaz et d'économiser jusqu'à 50% de sa réserve (136).

7.2.3 Humidificateurs

Il s'agit de dispositifs médicaux en plastique pouvant être intégrés dans des systèmes de distribution d'oxygène pour humidifier l'oxygène d'appoint (bouteille ou concentrateur). L'humidification n'est pas nécessaire lorsque l'oxygène est administré à faible débit par une lunette nasale ou une canule nasale. D'autre part, lorsque l'oxygène est administré à haut débit comme le cas de cathéter naso pharyngé ou une bouteille pour délivrer de l'oxygène froid.



Figure 19: Humidificateur(182)

Il existe différents types d'humidificateurs avec différents modes d'humidification (24,34). On distingue :

- **Les humidificateurs à bulles non chauffés** sont des dispositifs simples et peu coûteux. Ils sont moins efficaces que les humidificateurs chauffants car le gaz non chauffé ne peut pas retenir la vapeur d'eau (24,34).
- **Les humidificateurs chauffants** qui sont des récipients transparents composés d'une source de chaleur réglable et d'une chambre d'humidification (24,34).

Le choix de l'humidificateur approprié dépendra des besoins cliniques et des capacités de l'appareil (24,34) par exemple la CPAP et l'oxygénothérapie par canule nasale nécessitent une humidification chauffée.

7.2.4 Manomètres à oxygène

Le manomètre est un appareil gradué destiné à mesurer la pression de l'oxygène en l'indiquant en bars. Pour connaître la contenance d'une bouteille, il faut multiplier la pression indiquée sur le manomètre par la capacité de la bouteille (24,34).



Figure 20: Manomètres à oxygène(183)

7.2.4.1 Débitmètres

Les trois systèmes d'administration ont besoin d'une méthode pour mesurer le taux de l'oxygène écoulé vers le patient et pouvoir le contrôler à des débits précis.

Pour les canaux muraux c'est un débitmètre de schrader et pour les bouteilles c'est des régulateurs de débits et de pression aussi, par contre les concentrateurs contiennent à la base des débitmètres intégrés. Ils contiennent une boule flottante indiquant le débit en L/min. Il existe trois différents types de ce dispositif à choisir selon les besoins cliniques et l'appareil utilisé (24,34).



Figure 21: Débitmètre (184)

7.3 Matériels de mesure

7.3.1 *Oxymètre de pouls*

L'oxymètre est un dispositif simple à caractère non invasif, servant à mesurer la quantité de l'oxygène dans le sang en l'indiquant par SpO₂ % ainsi que le pouls en battements par minute

Il peut être utilisé au milieu hospitalier et à domicile. Il existe plusieurs capteurs sur lequel est placé l'oxymètre pour ce dispositif y compris le doigt, l'oreille ou le front. Mais selon une comparaison faite par Clayton sur les capteurs, ceux des oreilles sont plus rapides et ceux des doigts sont plus précis (138,139).



Figure 22: Oxymètre de pouls(187)

7.3.2 *Gazométrie du sang*

Cet examen consiste à un prélèvement du sang à partir d'une artère superficielle (la radiale généralement) pour mesurer plusieurs paramètres y compris la saturation en oxygène, la pression du gaz carbonique, le potentiel d'hydrogène pH, le taux de bicarbonates sanguins et le pourcentage d'hémoglobine oxygénée pour pouvoir évaluer la respiration de la personne et au même l'équilibre acido basique (140).



Figure 23: Gazométrie du sang(189)

8 PRODUCTION INDUSTRIELLE DE L'OXYGÈNE MÉDICALE

L'industrie des gaz médicaux est une énorme sous division de l'industrie de gaz comprimé, monopolisée par les grands groupes de production et de distribution comme Air liquide, Linde Gas, Air Products and chemicals inc, Mitsubishi Chemical Holdings Corporation et Yingde Gases (141). Le marché mondial de l'oxygène qui a connu une augmentation significative de production pendant la pandémie COVID 19 est estimé à 49 milliards USD en 2020 et devrait atteindre 83 milliards USD en 2028. Il implique de multiples industries, y compris le secteur de la santé (142).

Le marché algérien de l'oxygène est dominé par trois grands fournisseurs (143) qui sont Linde Gas, Sidal Gas et Calgaz

- Linde Gas Algérie est le principal producteur et fournisseur d'oxygène pour les établissements de santé (144)
- Sidal Gas SPA, filiale de Sonatrach, a été rachetée par Air Liquide, une société française active depuis 1975 dans le domaine des gaz médicaux (145)
- Calgaz, société algérienne créée en 2018 et a démarré la production en 2019 (146)

Il en existe d'autres producteurs comme Aures Gaz et Rayan Ox, ce dernier a eu l'accord signé par le ministre de l'Industrie en Août 2021 pour commencer la production de l'oxygène (147).

L'oxygène est produit industriellement par deux méthodes :

- ✓ *Distillation cryogénique de gaz liquéfié*, qui consiste à fractionner l'air liquide en différentes composantes en utilisant leur différence de point d'ébullition aboutissant à la production de l'oxygène 99.5% (148). L'oxygène produit doit être conforme aux exigences de pureté définies dans la pharmacopée OXYGEN. Ce procédé peut produire des gaz de haute pureté mais il consomme beaucoup d'énergie.
- ✓ *Adsorption à pression modulée PSA* qui est une technique d'adsorption par inversion de pression, ou l'air est filtré et liquéfié puis passé à travers une colonne

qui contient des tamis moléculaires en zéolithes synthétiques, ces zéolithes absorbent sélectivement l'azote et le gaz échappant sera enrichi en oxygène. Cette méthode est utilisée dans les générateurs industriels et aboutit à la production de l'oxygène à 93% (OXYGEN 93 %).

9 RÔLE DU PHARMACIEN HOSPITALIER DANS LA GESTION DE L'OXYGÈNE

Le pharmacien hospitalier est un des acteurs clés dans la gestion des produits pharmaceutiques dont l'oxygène médical. Sa principale mission est l'approvisionnement de son établissement en produits pharmaceutiques tout en veillant à l'utilisation efficace et rationnelle de ces produits.

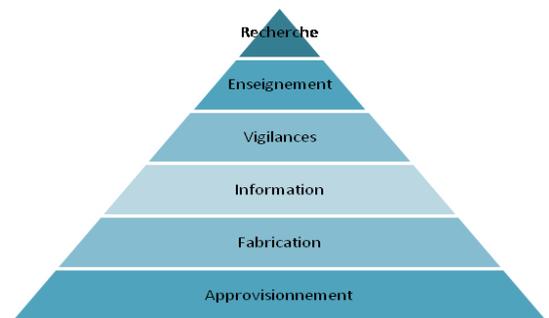


Figure 24: Pyramide des missions du pharmacien hospitalier (149)

Les différentes missions du pharmacien hospitalier sont décrites dans la fameuse pyramide à 6 niveaux, avec l'approvisionnement en bas et la recherche en haut, avec d'autres tâches intermédiaires : la fabrication, l'information, la vigilance et l'enseignement (149) (150).

9.1 Modèle français

En France, une loi du 8 décembre 1992 a élargi la définition des spécialités pharmaceutiques pour inclure les gaz médicaux sur la base d'une directive européenne de 1989 (151). Selon l'article L5121-8 du code de la santé publique, les gaz à usage médical sont donc soumis à la réglementation pharmaceutique (152). Ils doivent donc :

- Avoir une AMM délivrée par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé ANSM.
- Fabriqué et distribué par un établissement pharmaceutique agréé.
- Dispensé par des pharmaciens d'officine ou aux organismes autorisés sous la responsabilité d'un pharmacien.

9.1.1 *Au niveau hospitalier*

Selon l'article L5126-1 de chapitre VI : Pharmacies à usage intérieur (153), la gestion des gaz à usage médical comme l'oxygène médical relève de la mission de la pharmacie à usage interne (PUI). Le même article détaille les tâches au sein de pharmacie résumés dans:

- La gestion, l'approvisionnement, la détention et la dispensation des produits pharmaceutiques
- Contribuer à la sécurité, au contrôle et à l'évaluation de bon usage des médicaments
- Informer les patients et professionnels de santé sur les produits de santé
- Contribuer à la pharmacovigilance, à la matériovigilance, et à la politique du médicament et des dispositifs médicaux stériles.

Conformément à l'article R5126-38 du décret n°2019-489 du 21 mai 2019 (154), un pharmacien est chargé de la gestion de la PUI, il est :

- Responsable des tâches et activités PUI.
- Le personnel affecté à la PUI est sous son autorité.
- Il encadre les internes et les stagiaires en pharmacie.

La gestion de l'oxygène est réalisée dans le respect des règles de bonnes pratiques hospitalières BPPH (155) et c'est aux pharmaciens hospitaliers de veiller au respect de ces règles.

- ✓ *Approvisionnement en oxygène* : La commande est passée par la PUI au fournisseur. L'article L5126 spécifie que le pharmacien est le seul responsable de l'approvisionnement des médicaments y inclus l'oxygène médical (156).
- ✓ *Réception et contrôle* : La réception est effectuée par le pharmacien qui doit vérifier la correspondance entre le bon de livraison et le bon de commande et de l'intégrité du contenant. Le circulaire n°146 du 21 mars 1966 relative à la réglementation des gaz médicaux et des liquides inflammables dans les établissements de soins publics ou privés précise la responsabilité juridique de

pharmacien face à face au contrôle analytique des gaz médicaux à la livraison (157).

- ✓ *Stockage* : La réglementation de sécurité de l'incendie dans les établissements de type U y inclut les établissements de soins précise les conditions et les exigences de stockage des bouteilles d'oxygène médical et les installations fixes des gaz cryogéniques à travers un arrêté (158). Un local propre et verrouillé est réservé au stockage des gaz médicaux. Dans les services de soins, les bouteilles doivent être stables et debout dans une zone peu fréquentée, cependant les installations doivent répondre aux plusieurs exigences mentionnées dans le même arrêté.
- ✓ *Transport dans l'établissement* : Il est assuré par les services techniques à la demande des services de soins. Il est conseillé aux agents de porter un équipement de protection individuelle approprié.
- ✓ *Maintenance* : Les réseaux de distribution et les installations doivent être maintenus constamment. La réglementation française est claire, elle précise que le pharmacien est responsable du contenu des canalisations étant un produit pharmaceutique (159).
- ✓ *Procédures écrites* : L'arrêté relatif aux BBPH (155) stipule que des procédures écrites sont mises en place pour faciliter la tâche de la gestion pour l'équipe de la pharmacie, ces documents peuvent être utilisés comme référentiels pour l'auto évaluation.

9.1.2 En dehors de l'hôpital

L'oxygène médical est un médicament rétrocédable, c'est-à-dire il peut être délivré même aux patients non hospitalisés sous certaines conditions par la PUI. Il peut aussi être dispensé au niveau des officines, ou à travers des structures dispensatrices de l'oxygène (156).

Les pharmaciens d'officine peuvent dispenser de l'oxygène médical (généralement des bouteilles) sous prescription médicale (160).

Selon l'article L'4211-5 du code de santé publique (161). Il existe des établissements qui

peuvent dispenser de l'oxygène hors hôpital dites structures dispensatrices, autorisées par l'Agence Régionale de Santé (ARS) et sous la responsabilité du pharmacien responsable du site de dispensation.

Que ce soit au niveau d'officine ou dans un site de rattachement, le pharmacien doit être inscrit dans l'ordre des pharmaciens dans le tableau A-D-E et détenir un certificat de formation en oxygénothérapie. La dispensation se fait conformément aux bonnes pratiques de dispensation à domicile de l'oxygène à usage médical (BPDO) mentionné dans l'Arrêté du 16 juillet 2015 (162).

Les pharmaciens d'officine qui dispensent l'oxygène sont obligés de déclarer leur activité au directeur général de l'agence régionale de santé du code de la santé publique.

Selon l'article R5152-9 (163), ils doivent également le stocker à l'écart des autres produits, dans une armoire ou un local de taille appropriée, et suivre les recommandations de stockage de ce produit.

Pour que les structures dispensatrices puissent distribuer l'oxygène, elles doivent disposer d'un ou plusieurs sites de rattachements à partir desquels s'effectue l'opération de dispensation. Ces sites peuvent fournir de l'oxygène aux patients à condition que leurs clients habitent à moins de 3 heures de route dans des conditions de circulation normales (162).

Un contact peut être établi entre un pharmacien d'officine et une structure dispensatrice ou le pharmacien est responsable de l'analyse médicamenteuse de l'ordonnance mais la dispensation est sous traitée au site (162).

Chaque site est dirigé par un pharmacien, appelé pharmacien responsable de site de rattachement ou pharmacien responsable BPDO, et c'est lui qui dépose la demande d'autorisation de création de structure dispensatrice auprès de directeur général de l'ARS. Il exerce plusieurs missions (164) :

- Il est responsable de commande, stockage, livraison aux patients de l'oxygène
- Superviser les opérations de la dispensation à domicile
- Analyser le risque des ordonnances et s'informer des médicaments utilisés par le patient

- Visiter le patient à domicile et s'assurer de la conformité de l'installation de l'oxygène et ses équipements
- Assurer la traçabilité des dispositifs et le contrôle des lots des bouteilles.
- Contribuer à la pharmacovigilance et à la matériovigilance.
- Assurer la formation continue du personnel en BPDO et contrôler périodiquement leurs compétences.

9.1.3 Formation en bonnes pratiques de dispensation de l'oxygène

Les personnes ayant besoin d'une formation BPDO sont:

- Le pharmacien responsable d'un site de rattachement d'une structure dispensatrice.
- Pharmaciens assistants et remplaçants responsables d'un site de rattachement.
- Les officinaux qui dispensent l'oxygène médical.

La formation proposée par le ministère de santé dans l'arrêté de 16 juin 2015 relatif aux BPDO porte deux volets (Annexes III) :

- Formation théorique sur l'oxygénothérapie : caractéristiques de la réglementation sur l'hygiène et la sécurité de l'oxygène
- Formation pratique sur les équipements et sources de l'oxygène : Oxygène et Présentation interface patient

Certains établissements proposent des formations BPDO comme l'université de Lille (165) et FORM'ED (166) et même Air Liquide (167), ces entités offrent un certificat de formation en oxygénothérapie et de dispensation de l'oxygène.

9.1.4 Commission locale de surveillance de la distribution des gaz à usage médical

La circulaire DGS/3A/667 bis du 10 Octobre 1985 relative à la distribution des gaz à usage médical et à la création d'une commission locale de surveillance de cette distribution porte des recommandations pour une meilleure gestion des gaz médicaux (168):

- L'établissement doit disposer d'un système de distribution de gaz d'une capacité appropriée pour un usage médical.

- Respect des exigences de sécurité des travaux même en cas de réparation et modification.
- La création d'une commission locale de surveillance de la distribution des gaz à usage médical au sein de chaque établissement hospitalier public ou privé

Les membres de la commission sont constitués de :

- Chef d'établissement
- Responsable technique chargé de la maintenance des unités et équipements de distribution de gaz médicaux.
- Pharmacien responsable des gaz médicaux ou un pharmacien de la PUI.
- Anesthésiste responsable ou personne désignée par le service d'anesthésie et de réanimation.
- Médecins responsables des unités de soins concernés par l'utilisation des gaz médicaux.

Le rôle de cette commission est :

- La surveillance accrue toute au long de chaîne d'installation des gaz médicaux. En effet, elle est consultée dès la conception des installations, et lors de toute étude de modifications, au cours de l'exécution des travaux et à la réception finale.
- Effectuer un control annuel dont les résultats sont consignés par écrit
- Vérifier l'installation

Le Guide d'achat en matière de réseau de gaz à usage médical réalisé par le comité « Réseaux de gaz à usage médical » stipule que (159):

- Le contenu (gaz) est sous la responsabilité du pharmacien qui contrôle la nature des gaz à la sortie des prises et à la réception cependant c'est le fabricant de l'oxygène qui est responsable du respect des spécifications de l'AMM du produit.
- Le contenant (canalisation et tuyaux et équipements divers) est sous la responsabilité de l'ingénieur hospitalier donc la conformité des prises murales aux normes NFS 90-116 est de la responsabilité de responsable technique désigné par le directeur d'établissement.

- L'utilisation correcte de l'oxygène et des appareils relève de la responsabilité du médecin et il est obligé d'assurer une formation aux personnels administrant de gaz à usage médical.

Le modèle canadien de gestion de l'oxygène médical est similaire au modèle français, cependant il y a pas une entité analogue à la commission locale de surveillance de la distribution des gaz à usage médical. Le document intitulé « Home Oxygen Therapy Policy and Administration Manual » publié en 2021 par la ministère de santé est destiné au grand public et contient des informations importantes sur l'oxygénothérapie (169).

9.2 Modèle anglais

Au Royaume-Uni, les gaz médicaux y compris l'oxygène médical sont classés comme produits pharmaceutiques et les consommables sont classés comme dispositifs médicaux.

L'oxygène est enregistré comme médicament remboursable par le National Health Service (NHS) et sa production industrielle nécessite une autorisation de mise sur le marché (170). Les gaz médicaux sont réglementés par l'agence de réglementation des médicaments et des produits de santé (MHRA : Medicines and Healthcare products Regulatory Agency) qui est un organe exécutif de département de la Santé et des Affaires sociales (DHSC). Les fabricants doivent obtenir une autorisation de fabrication de la MHRA et ils doivent démontrer que leur entreprise produit des gaz médicaux conformément aux bonnes pratiques de fabrication (171).

Une autorisation de vente en gros issue aussi par MHRA est nécessaire pour distribuer des gaz médicaux. Les détenteurs doivent suivre les bonnes pratiques de distribution de gaz médicaux (171).

Les établissements qui produisent l'oxygène sur site doivent répondre aux exigences de fabrication des gaz médicaux, y compris la conformité aux BPF et au système de gestion de la qualité du site (171).

Les zones de stockage des gaz médicaux et les systèmes de distribution au sein de l'établissement doivent répondre aux exigences de la DHSC (172) mentionnées dans

l'HTM 02-01 qui est un mémorandum publié en 2006 par la NHS, intitulé NHS estates guidance for medical gas pipeline systems fournit des lignes directrices de la gestion de réseaux de gaz médicaux dans les établissements de santé (172).

La gestion de l'oxygène médical dans un hôpital relève de la responsabilité de son pharmacien chef car il s'agit d'un médicament (173).

Le comité d'assurance qualité pharmaceutique (Pharmaceutical Quality Assurance committee) placé sous l'égide des services de pharmacie spécialisée (SPS) reste la principale source d'information concernant la responsabilité des pharmaciens hospitaliers dans la gestion des gaz médicaux (173).

La NHS souligne l'importance de l'approche multidisciplinaire pour tous les aspects de la dispensation et de la gestion de réseaux des gaz médicaux. Le système de canalisation de gaz médical n'est pas seulement la responsabilité du pharmacien, mais aussi un problème immobilier et d'ingénierie, de sorte que l'entretien de la canalisation est de la responsabilité des services techniques et immobiliers, mais le contenu de la canalisation est toujours un médicament, qui relève de la responsabilité du pharmacien. Pour cela, le pharmacien chef doit développer une relation de travail solide et durable avec les directeurs et l'équipe des services immobiliers.

Au moment des travaux, la qualité de gaz médical peut être affectée, des opérations de vérification sont donc nécessaires. Selon le chapitre 15 de partie A de l'HTM 02-01, la validation et la vérification des installations se fait par un pharmacien de contrôle de qualité (172).

De même, des contrôles de qualité stricts doivent être mis en place après chaque entretien ou travaux sur les systèmes de canalisation pour s'assurer que la qualité du gaz médical est maintenue. La personne qui effectue ces opérations de contrôle qualité au quotidien est formellement nommée par le directeur général de l'organisme sur proposition du pharmacien responsable.

Les équipes pharmaceutiques hospitalières jouent un rôle actif dans la gestion des bouteilles de gaz médicaux en veillant à la mise en place de systèmes d'approvisionnement et de gestion des stocks et de formation du personnel.

9.2.1 Comité des gaz médicaux

Le HTM 02-01 recommande la mise en place d'un comité responsable des gaz médicaux dans chaque établissement de santé dont le pharmacien chef est membre. De même, le sous-groupe des gaz médicaux du Comité d'assurance qualité pharmaceutique du NHS (NHS Pharmaceutical Quality Assurance Committee) recommande que chaque établissement ait un comité des gaz médicaux, dans lequel le pharmacien Chef joue un rôle important (199).

Le document intitulé 'La pandémie de COVID-19 et les actions nécessaires pour atténuer ses effets sur les performances du système d'oxygène liquide cryogénique de soins de santé' préparé par le groupe de travail COVID 19 (NHS COVID 19 working group) recommande que le pharmacien chef préside le comité (174).

Les membres de comité sont (175) :

- Pharmacien responsable des gaz médicaux ou le directeur de la pharmacie ou son adjoint principal.
- Ingénieur responsable de canalisation.
- Chef/ directeur de maintenance ou son adjoint principal.
- Pharmacien responsable de contrôle qualité
- Infirmier -anesthésiste - Médecins.
- Représentant du fournisseur de gaz médicaux

Les responsabilités du Comité des gaz médicaux sont:

- Assurer la conformité à la réglementation et au HTM 02-01.
- Élaborer les politiques et les procédures organisationnelles.
- Évaluer l'emplacement des installations et du stockage des bouteilles de gaz.
- Evaluer la consommation en particulier en temps de COVID.

- Réponses aux situations d'urgence et planification des mesures d'urgence.
- Entretien des systèmes de canalisation.
- Formation du personnel.
- Enquête sur tous les accidents liés à l'utilisation et à la fourniture de gaz médicaux.
- Surveiller la sécurité clinique et l'efficacité des gaz médicaux au sein d'organisations.

Le pharmacien responsable doit démontrer par des audits périodiques (au moins annuels) que l'hôpital répond aux principales exigences de la gestion des gaz médicaux en identifiant les problèmes liés au circuit de l'oxygène et son utilisation, ainsi que l'inventaire des bouteilles, la maintenance et la pharmacovigilance. Les résultats de cet audit doivent être communiqués au Comité des gaz médicaux (175).

Les pharmaciens responsables sont chargés de s'assurer que leurs équipes de pharmacie reçoivent une formation appropriée sur leurs rôles et responsabilités en ce qui concerne les gaz médicaux grâce à un court cours appelé NHS Medical Gases for Service(176)

9.3 Modèle algérien

En Algérie les gaz médicaux ont le statut de médicament. Cette définition a été introduite pour la première fois dans l'article 4 de la Loi du 20 juillet 2008 modifiant et complétant la loi du 16 février 1985 (30). La même définition figurait dans l'article 209 de la nouvelle loi sanitaire 2018 (177).

L'instruction N°003 du 29 Septembre 1996 inscrit l'oxygène sur la liste 02B ANESTHESIQUES GENERAUX ET GAZ dans la liste des médicaments à surveillance particulière (178).

La fabrication industrielle et la commercialisation de l'oxygène médical nécessite une demande d'enregistrement. L'oxygène figure dans la nomenclature nationale des médicaments publiée sur le site du ministère de l'industrie pharmaceutique en juin 2021 (179). Les DCI des spécialités de l'oxygène commercialisé en Algérie sont annexés (Annexe X).

La gestion de l'oxygène médical au niveau hospitalier relève de la mission de la pharmacie hospitalière au tant que médicament.

Les pharmacies au sein d'établissements de santé sont créées en vertu des articles 7 et 8 de décret n° 76-138 du 23 Octobre 1976 et sont définies par l'article 169 de la loi 85-05 du 16 février 1985. Cependant c'est la CIRCULAIRE N° 007 publiée par le ministère de santé publique le 22 Novembre 2005 « relative à la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé » qui a établi le rôle des pharmaciens hospitaliers dans le circuit du médicament (180).

Depuis cette circulaire (Annexe IV), on note que :

- Les responsables de pharmacie hospitalière doivent tenir compte des règles de bonne gestion pour assurer aux patients un accès permanent aux médicaments.
- L'approvisionnement en médicaments se fait par le biais d'une commande faite par le chef de pharmacie et signée par le chef de pharmacie et le directeur d'établissement.
- La sélection des fournisseurs est conforme à la réglementation des marchés publics.
- Les quantités des produits approvisionnées doivent être indiquées dans le registre de la pharmacie.
- A la réception, un bon de livraison provisoire établi par le fournisseur est émis, ainsi qu'une facture.
- Le responsable de pharmacie est chargé de vérifier la conformité des produits, les quantités et contrôler les dates de péremption.
- La facture doit être adressée au responsable financier de la structure.
- Les produits pharmaceutiques peuvent être distribués sur les différents services des soins sur bon de commande hebdomadaire ou sur ordonnance individuelle.
- Le responsable de la pharmacie doit analyser les demandes (les bons ou les ordonnances).
- Le responsable de la pharmacie doit s'assurer qu'un stock permanent est maintenu et entretenu.
- Le responsable de la pharmacie doit contrôler régulièrement les stocks notamment de médicaments à surveillance particulière.
- Au cours du contrôle, il doit vérifier les conditions de stockage.

La Loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé (nouvelle loi sanitaire 2018):

Le chapitre 9 de la nouvelle loi sanitaire 2018 intitulé “pharmacie hospitalière” s’engage à fixer la mission de la pharmacie hospitalière, il compte 03 articles résumés en :

- L’Article 246 L’établissement de santé publique doit disposer de pharmacie hospitalière
- L’article 247 : La gestion de la pharmacie hospitalière est assurée par un pharmacien.
- L’article 248 définit les principales missions de la pharmacie hospitalière qui sont:
 - L’approvisionnement en médicaments
 - Information sur ces produits pharmaceutiques, surveillance et évaluation de leur usage
 - Garantir la qualité et la sécurité des traitements
 - Application des bonnes pratiques de pharmacie hospitalière

Selon la Nomenclature des Équipements Médicaux, les sources de l’oxygène, les concentrateurs de l’oxygène, moniteur de l’oxygène et dispositifs d’administration de l’oxygène sont classés en anesthésie-réanimation (178).

Selon l’ Arrêté du 22 juin 2021, le ministère de l’industrie pharmaceutique impose aux établissements pharmaceutiques qui souhaitent produire les gaz à usage médical de fournir une configuration qui détaille les lieux de production et de stockage des gaz en réservoir fixe ou en bouteilles (181).

D’après le décret exécutif n° 03-452 du 7 Chaoual 1424 correspondant au 1er décembre 2003 fixant les conditions particulières relatives au transport routier de matières dangereuses. L’oxygène est considéré classé dans la Classe II : gaz comprimés, liquéfiés, dissous sous pression, ou liquéfiés à très basse température et donc son transport nécessite une autorisation (182).

PARTIE PRATIQUE

Problématique

L'oxygène est un gaz médical qui a le statut AMM et largement utilisé en thérapie pour corriger l'hypoxémie. Pendant la pandémie, alors que la demande en oxygène s'est accrue, sa gestion est devenue une préoccupation pour le pharmacien hospitalier qui est retrouvé à le gérer sans connaître ses propriétés et comment sécuriser son circuit qui était longtemps source de contrainte à cause de la nature complexe de ce gaz.

Objectifs de l'étude

L'objectif de notre étude est double ; un objectif primaire et deux objectifs secondaires.

Objectif primaire

L'objectif de cette étude est la réalisation d'un état des lieux sur la pratique de la gestion de l'oxygène médical au niveau national en prenant l'exemple du centre Hospitalo-universitaire CHU Tlemcen ainsi que s'enquérir de l'état de connaissance des pharmaciens hospitaliers sur ce produit pharmaceutique.

Objectifs secondaires

- Proposer une séance de formation et d'information pour les pharmaciens sondés.
- Evaluer la séance de formation proposée.

1 Matériels et méthode

1.1 Matériels

1.1.1 Ressources Humaines

- Ressources de la société algérienne de pharmacie clinique et oncologie (ASCOP)
DR. Nabil BORSALI
- Pharmaciens affectés à l'unité de consommables de la pharmacie centrale au CHU Tlemcen
- Agents responsables de l'oxygène médical

1.1.2 Matériels numériques

- Le logiciel Zotero® pour insérer les références bibliographiques
- Google Forms® pour la réalisation et la distribution du questionnaire.
- PowerPoint® pour la présentation du cours
- Zoom® pour diffuser le cours au site de Batna et Alger
- Excel® pour traitement et analyse des statistiques

1.2 Méthodologie

1.2.1 Type d'étude

Il s'agit d'une étude qualitative longitudinale observationnelle, d'Octobre 2021 à Juin 2022 établissant l'état des lieux sur les connaissances des pharmaciens hospitaliers algériens sur les propriétés pharmacologiques de l'oxygène médical, sa dispensation et sa gestion.

1.2.2 Schéma de l'étude

- Critères d'inclusion:
 - Les pharmaciens concernés par la gestion des gaz médicaux
 - Tous les pharmaciens ayant postulé et ayant eu un avis favorable pour suivre la formation CPPH (Certificat de perfectionnement en pharmacie hospitalière)
- Critères de non inclusion :
 - Les pharmaciens qui ont assisté au cours et qui n'ont pas répondu au questionnaire.
 - Les pharmaciens qui ont assisté au cours et qui n'ont pas répondu à l'évaluation et à la satisfaction.
- Critères d'exclusion :
 - Les pharmaciens non concernés par la gestion des gaz médicaux au CHU Tlemcen.
 - Tous les pharmaciens hospitaliers qui n'ont pas pu s'inscrire à la formation qu'a organisée ASCOP pour les pharmaciens hospitaliers.

Notre travail s'est déroulé en 05 étapes à travers le territoire national pour notre enquête sur l'état de connaissances et pour la partie état des lieux, on a pris le cas du CHU Tlemcen.

Le schéma suivant résume les différentes étapes de notre enquête

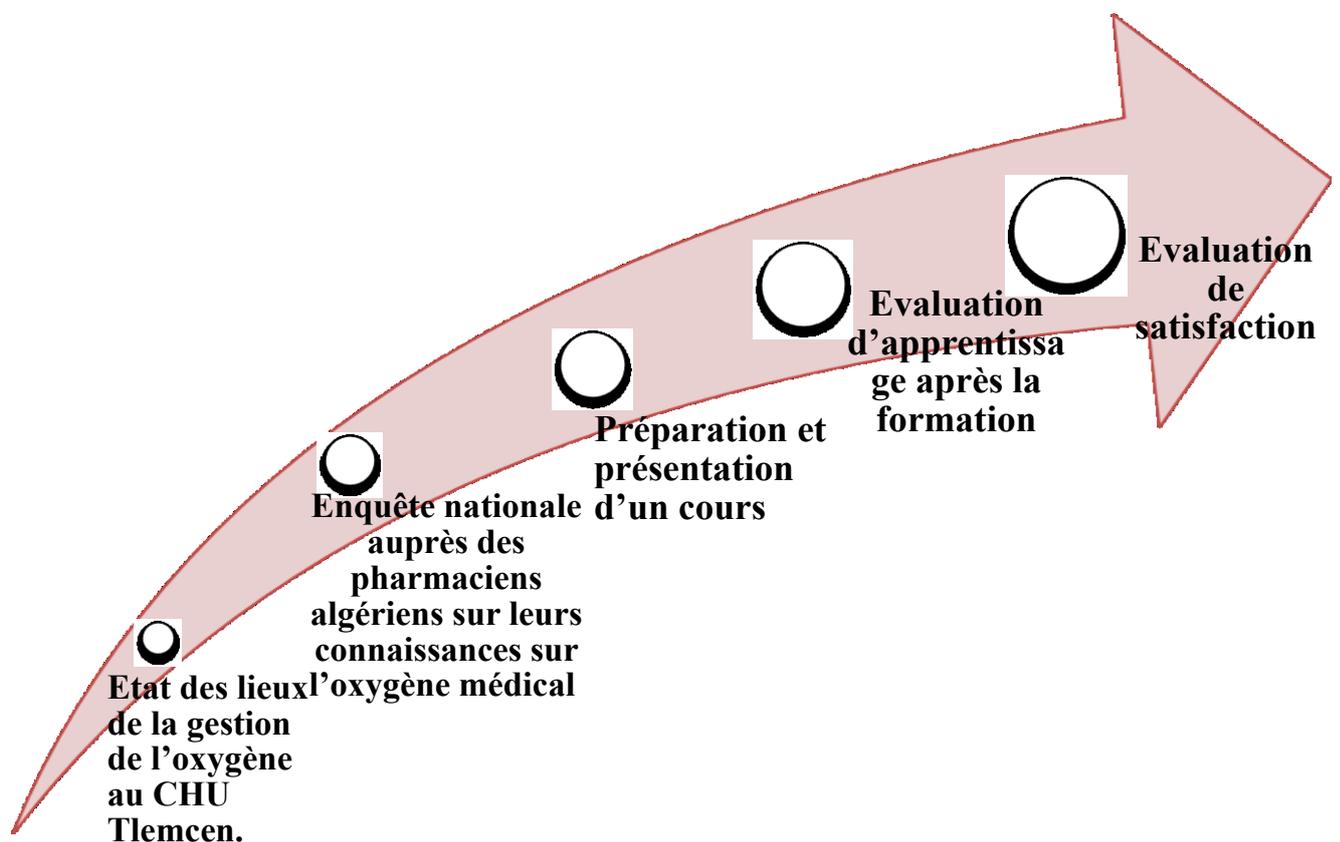


Figure 25: Schéma récapitulatif des étapes de notre étude

Etape 1 : Etat des lieux de la gestion de l'oxygène dans un établissement de santé comme celui du CHU Tlemcen

Des entrevues semi-structurées avec l'ensemble des intervenants ont été effectuées afin de comprendre le circuit de l'oxygène médical dans un CHU dans le but de décrire les modalités de gestion de l'oxygène médical. On a préparé des questions pour les intervenants sur les ressources humaines mises en œuvre pour la gestion de l'oxygène ainsi qu'une description détaillée des processus de gestion : commande, livraison, stockage et rétrocession pour détecter les bonnes pratiques, les lacunes et l'accord avec la loi algérienne. Nous avons également investigué les processus employés par le personnel hospitalier dans la gestion des consommables, et l'implication des pharmaciens dans le circuit, la sécurité et la matériovigilance.

Etape 2 : Enquête nationale auprès des pharmaciens hospitaliers d'Algérie afin de connaître l'état de connaissance de ces pharmaciens vis-à-vis l'oxygène médical:

Nous avons évalué les connaissances des pharmaciens hospitaliers sur l'oxygène médical par la mise en place d'un questionnaire, composé de 46 questions et publié sur internet sur le groupe Facebook d'ASCOP (groupe fermé) sous forme de Google Forms®. Les réponses ont été collectées entre le 17 janvier 2022 et le 3 mars 2022. Ce questionnaire se base sur les propriétés pharmacologiques de l'oxygène ainsi que les spécificités de gestion, de rétrocession et d'administration de ce gaz à usage médical. Les différentes parties de ce questionnaire sont présentées en annexe (Annexe VI) (caractéristiques physico-chimiques de l'oxygène et physiologie humaine, l'oxygénothérapie et ses pathologies, pharmacologie de l'oxygène et consommables de l'oxygénothérapie). Nous avons ensuite exporté les données statistiques de Google Sheet via Excel pour analyser les données.

La rubrique	Contenu
Identification des pharmaciens	Contient 9 questions à choix multiples (6 sur les caractéristique de la population étudiée et 3 sur leur implication dans la gestion de l'oxygène)
Pathologies	Contient 5 questions (3 à choix multiples et 2 dichotomiques) portant sur les deux types de l'oxygénothérapie
Pharmacologie de l'oxygène	Contient 8 questions à choix multiple concernant les propriétés pharmacologiques de l'oxygène médical
Consommables et dispositifs médicaux nécessaires lors d'une oxygénothérapie	Contient 14 questions (10 à choix multiple sur les dispositifs médicaux et 4 questions dichotomiques sur leur implication dans la gestion et leur volonté dans cette opération)

Tableau 1: Résumé de contenu de questionnaire

Etape 3 : Préparation d'un cours pour ces pharmaciens hospitaliers présenté par le biais de la société algérienne de pharmacie clinique et oncologique (ASCOP)

Une fois le questionnaire s'est clôturé on a préparé une présentation de 96 diapositives intitulé « Rôle du pharmacien hospitalier dans la gestion de l'oxygène médical » (Annexe

VII) qui était présenté le 5 mars 2022 à la faculté de médecine Tlemcen par le biais de la société algérienne de pharmacie clinique et oncologique (ASCOP). Ce cours a été organisé en hybride avec des apprenants sur 03 sites de formations (Tlemcen, Alger et Batna). Les apprenants suivaient le cours en direct de ces 03 sites et ils posaient leurs questions et observations à travers des animateurs présents dans ces sites. Dans cette présentation, d'abord on a cité quelques généralités sur l'oxygène médical, des rappels physiologiques et anatomiques sur le système respiratoire puis les propriétés pharmacologiques de ce médicament et ses sources. Ensuite, on a listé les pathologies nécessitant cette thérapie et les consommables délivrant ce gaz médical. Enfin, une partie sur la gestion de l'oxygène était détaillée d'abord en Algérie et aussi dans quelques pays (Canada, France et Angleterre) en faisant une comparaison pour pouvoir proposer quelques améliorations à ce stade.

Chapitre	Objectifs pédagogiques	Contenu
Généralités	Rappels physico-chimiques sur l'oxygène	Propriétés physiques et chimiques de l'oxygène
Physiologie respiratoire	Rappels physiologiques et anatomiques	<ul style="list-style-type: none"> • Anatomie respiratoire • Les poumons • Physiologie respiratoire • Étapes de respiration

Pharmacologie de l'oxygène	Acquérir les bases indispensables de la pharmacologie de l'oxygène	<ul style="list-style-type: none"> ● Propriétés pharmacocinétiques ● Propriétés pharmacodynamiques ● Effets Indésirables ● Posologie (COVID 19-BPCO) ● Les interactions médicamenteuses ● Précautions d'emploi ● Pharmacopée de l'oxygène
Sources de l'oxygène	Savoir différencier entre les sources de l'oxygène	<ul style="list-style-type: none"> ● Oxygène Gazeux ● Oxygène liquide ● Concentrateurs de l'oxygène
Indication de l'oxygénothérapie	Se familiariser avec les différents types de l'oxygénothérapie et leurs indications	<ul style="list-style-type: none"> ● La saturation en oxygène ● Définition et indications de l'oxygénothérapie Normobare ● Définition et indications de l'oxygénothérapie Hyperbare
Consommables de l'oxygénothérapie	Savoir identifier les consommables de l'oxygénothérapie, et leurs utilisation	<ul style="list-style-type: none"> ● Lunettes nasales ● Masque à oxygène : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Masque facial simple ✓ Masque à réinspiration partielle ✓ Masque sans réinspiration MSRI ✓ DTM (Double Trunk Mask) ✓ CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) ● Cathéter transtrachéal ● Cloche de HOOD

<p>Gestion de l'oxygène médical</p>	<p>Découvrir le rôle du pharmacien dans la gestion de l'oxygène à travers le monde.</p> <p>Acquérir les aspects médico-légaux en matière d'oxygène médical.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Canada • France • Angleterre • Algérie
-------------------------------------	---	---

Tableau 2: Tableau récapitulatif de la formation "Rôle du pharmacien hospitalier dans la gestion de l'oxygène"

Etape 4 : Examen portant sur la capacité de rétention des apprenants des informations pratiques partagées avec eux lors de la séance de cours

Une évaluation a été distribuée au début juin afin de mettre en évidence l'utilité du cours. Pour évaluer les connaissances des participants sur les notions entamées pendant la présentation, nous avons demandé aux candidats de répondre sur place à un questionnaire constitué de 10 questions à choix multiples (Annexe VIII). Ensuite les données ont été analysées par Excel

Etape 5 : Evaluation de satisfaction des pharmaciens hospitaliers dans l'approche de formation continue

Nous voulons évaluer la satisfaction des pharmaciens avec le cours qu'on a préparé, dans l'approche de formation continue visant à les impliquer dans la gestion de l'O₂ au sein de leur établissement. Ainsi qu'une enquête de satisfaction à 4 questions à choix unique est proposée (Annexe IX) et elle est distribuée avec l'évaluation de la formation. L'analyse des données est réalisée aussi par Excel.

2 Résultats

2.1 Résultats de l'état des lieux au CHU Tlemcen

2.1.1 Circuit de l'oxygène médical au CHU Tlemcen

2.1.1.1 Commande

Le fournisseur de l'oxygène médical au CHU Tlemcen est Linde Gas. Un contrat est établi entre Le CHU et Linde gas au niveau de la DSP (Direction des Services Pharmaceutiques) qui dure pendant 5 ans. Mais pendant la pandémie, il y avait d'autres fournisseurs comme Rayan OX.

Les commandes de l'oxygène médical sont faites par la pharmacie centrale d'une manière mensuelle pour l'oxygène liquide et gazeux par le biais d'un bon de commande global rempli par une secrétaire et signé par le chef de la pharmacie et le directeur de l'établissement dans lequel est mentionnée la quantité demandée et le prix de cette quantité en DA (Annexe X).

Les situations de pandémie comme la COVID, le rythme d'approvisionnement est fait en fonction de besoins et donc plusieurs fois dans la semaine si besoin. Au cours de cette situation exceptionnelle, Le Wali d'Oran était responsable de la distribution de l'oxygène dans la région de l'ouest y compris Tlemcen.

Le bon de commande sera par la suite envoyé par un fax à l'unité de Linde Gas de Sidi Bel Abbès et après avoir reçu un accusé de réception, le transporteur vient pour remplir les cuves disponibles au CHU qui sont au nombre de 03.

La commande est effectuée pour assurer qu'il n'y a pas d'épuisement de l'oxygène dans les cuves (cas exceptionnel COVID19).

La commande des bouteilles d'oxygène se fait par un bon de commande séparé de celui de



Figure 26: Bouteilles à oxygène disponibles au CHU Tlemcen

l'oxygène liquide. Les bouteilles que la pharmacie commande sont de différentes contenances: 8mm³, 5mm³, 3mm³ et 2mm³.

2.1.1.2 Transport

L'oxygène liquide est transporté des unités de Linde Gas dans des citernes et il est livré par le transporteur jusqu'au CHU.

Les bouteilles d'oxygène gazeux sont transportées dans des véhicules aérés de façon verticale en livrant les bouteilles remplies, les transporteurs ensuite prennent les bouteilles vides pour les remplir dans l'unité de Sidi Bel Abbès.

2.1.1.3 Réception

La réception se fait en présence d'un technicien du service de la pharmacie.

Le transporteur de Linde Gas place les tuyaux sur la cuve pour effectuer le remplissage, qui se fait par une pompe électrique (1à 2h), mais en cas d'un problème d'électricité il peut être réalisé avec un remplissage par gravité, ce qui prend plus de temps (jusqu'à 10h). Le manomètre placé sur la citerne indique la quantité vidée et celui de la cuve indique la quantité remplie.

Le remplissage des bouteilles n'est pas effectué au niveau du CHU. Les bouteilles marquées T.C appartiennent au CHU alors que celles marquées L.G sont louées par Linde Gas à l'hôpital.

Après le remplissage, un bon de livraison signé par le service de la pharmacie indiquant la quantité délivrée est donné au transporteur.

2.1.1.4 Stockage

L'oxygène liquide est stocké dans des cuves placées dans une station aérée loin des sources d'incendie à l'intérieur du CHU, dans 3 cuves pour l'oxygène liquide de contenances suivantes : 10000 L ,10000 L et 3000 L et donc la capacité totale des cuves est de 23000 L. Ces cuves sont menées par des manomètres qui indiquent la pression actuelle de la cuve en bars. Une grande affiche qui porte 8 pictogrammes de sécurité est accrochée sur site



Figure 27: De haut en bas Station d'oxygène médical au CHU TLEMCEN, manomètre placé sur une cuve, Pictogrammes affichés sur le site

Les bouteilles sont stockées dans un local fermé dont l'accès est limité aux techniciens, en fait, il y a une clé et cette clé reste toujours chez le technicien en garde, et une photo clé est gardée dans le service de maintenance. Le local est divisé par un mur entre espace destiné aux bouteilles d'oxygène et un autre pour le Protoxyde d'azote. Les bouteilles vides sont gardées dans ce local aussi. Les bouteilles stockées sont de différentes capacités 8 mm³ pour usage hospitalier et 5 mm³, 3 mm³ et 2 mm³ (réservés aux services d'aide médical urgent SAMU)



Figure 29: Bouteille placée sur la rampe de lancement



Figure 28: Etiquette de numéro de série

Les bouteilles délivrées sont placées sur une rampe de lancement verticalement et contiennent des bouchons pour la sécurité. Elles peuvent être utilisées s'il y a pas d'oxygène liquide ou si le lit de malade n'a pas une prise murale. Les bouteilles sont étiquetées, un numéro de série est donné à chaque bouteille afin d'assurer sa traçabilité.



Figure 30: Zone du stockage des bouteilles à oxygène

2.1.1.5 Dispensation

La dispensation aux services se fait à travers un système de canalisation qui assure l'alimentation en oxygène, ses tuyaux sont de couleur blanche pour les distinguer des autres gaz à usage médical. Sur le site de stockage, il y a plusieurs vannes en place, avec des plaques indiquant les différents services.

En cas d'augmentation des besoins, c'est généralement au coordinateur du service de demander aux techniciens d'augmenter le débit. La rampe des bouteilles peut être utilisée en cas d'épuisement de l'oxygène liquide (situation crise sanitaire COVID)

En ce qui concerne la dispensation en ambulatoire (à domicile) , comme est le cas pour les BPCO, le patient a besoin d'un rapport médical de la part d'un pneumologue, ce rapport sera posé et caché par la pharmacie central, ensuite le patient aura besoin d'une autorisation de transport de bouteilles qu'il doit l'obtenir de la direction de transport et aussi une autorisation de la gendarmerie est obligatoire.

Au sein des services, le médecin prescrit par une ordonnance nominative le débit en L/min qui doit être délivré au patient.

Il n'ya pas un comité des gaz médicaux au CHU Tlemcen ou une entité similaire en Algérie.



Figure 31: Système de canalisation

2.1.2 Circuit des consommables de l'oxygène médical

La commande des dispositifs médicaux délivrant l'oxygène se fait par la pharmacie à travers un bon de commande rempli et signé par la pharmacie.

Durant la pandémie mondiale COVID 19, les besoins des services ont carrément explosé, La pharmacie a dû gérer les dons faits pour le CHU par des associations, des citoyens et autres.

La rétrocession de ces consommables est devenue nominative, alors que dans les temps normaux c'est une dotation globale au service, via des prescriptions nominatives.

Parmi les dispositifs et consommables disponibles au CHU Tlemcen nous citerons les lunettes nasales, les masques faciaux simples, les masques à haut débit, les masques VNI et les valises CPAP.

Rajouter à cela, des équipements non gérés par la pharmacie étaient demandés par les services comme les barboteurs, les humidificateurs, les prolongateurs, les manomètres, les saturomètres, les débitmètres et les respirateurs.

Pour dispenser les dispositifs médicaux, une ordonnance est nécessaire accompagné de billet de sale et une fiche navette.

2.2 Résultats de questionnaire sur les connaissances des pharmaciens Hospitaliers sur l'oxygène médical

2.2.1 Taux de participation

Entre la période du 17 janvier 2022 et le 3 mars 2022, 51 réponses ont été soumises via la plateforme Google Forms®. Le nombre des pharmaciens qui ont participé à la formation CPPH est de 69, et donc, le taux de participation est 73%

Statistiques							
Variable	Sexe	Âge	Établissement du travail	Service du travail	Années d'expérience	Gestion de l'oxygène	Gestion des consommables
Valide	51	51	51	51	51	51	51
Manquante	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3: Nombre de réponses sur les caractéristiques démographiques

2.2.2 Caractéristiques démographiques et gestion de l'oxygène

✓ Taux de participation par sexe

La plupart des participants étaient des femmes (86.3%), les autres étaient des hommes (13.7%).

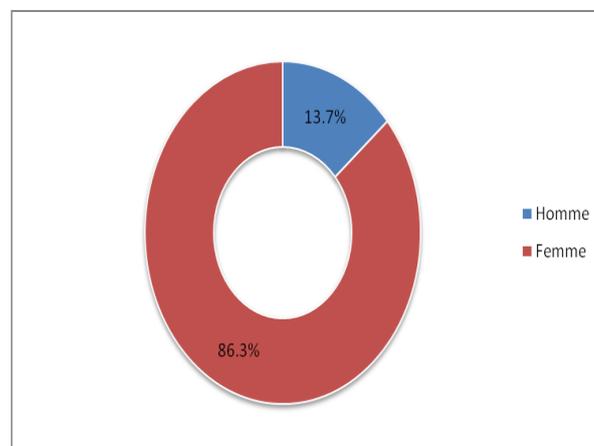


Figure 32: Répartition des participants selon le sexe

✓ *Taux de participation par tranche d'âge*

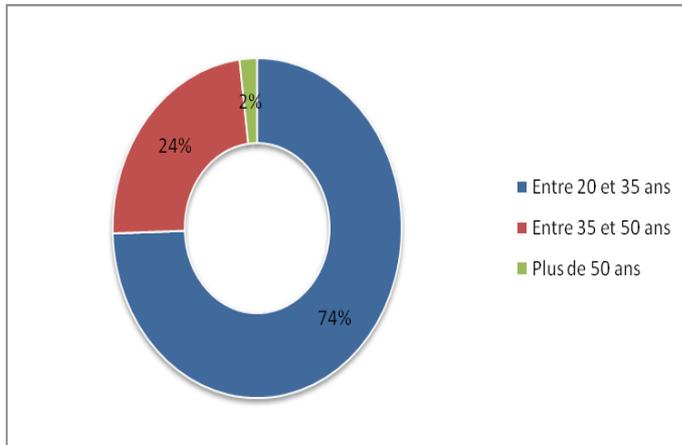


Figure 33: Répartition des participants selon leur âge

✓ *Les années d'expériences*

64,7% des pharmaciens (33) avaient moins de 7 ans d'expérience professionnelle, les autres étaient répartis également (17.6%) entre 10 ans et plus d'expérience et 7 à 10 ans d'expérience professionnelle.

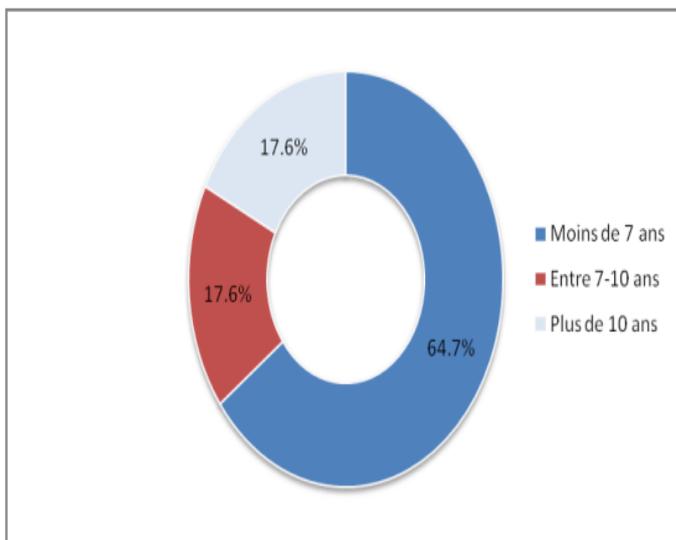


Figure 34: Nombre d'années d'expériences des participants

✓ *Répartitions des pharmaciens par type d'établissement de travail*

Cette étude met en évidence une variation dans le lieu du travail :

- 60% des pharmaciens travaillent en CHU (29.4%) ou en EPH (29.4%)
- Les 40% restantes se répartissent comme suit :
 - ❖ 23.5% travaille dans un EHS
 - ❖ 11.8% travaille dans un EPSP
 - ❖ 3.9% travaille dans un EH
 - ❖ 2% travaille dans d'autres types d'établissement de santé publique

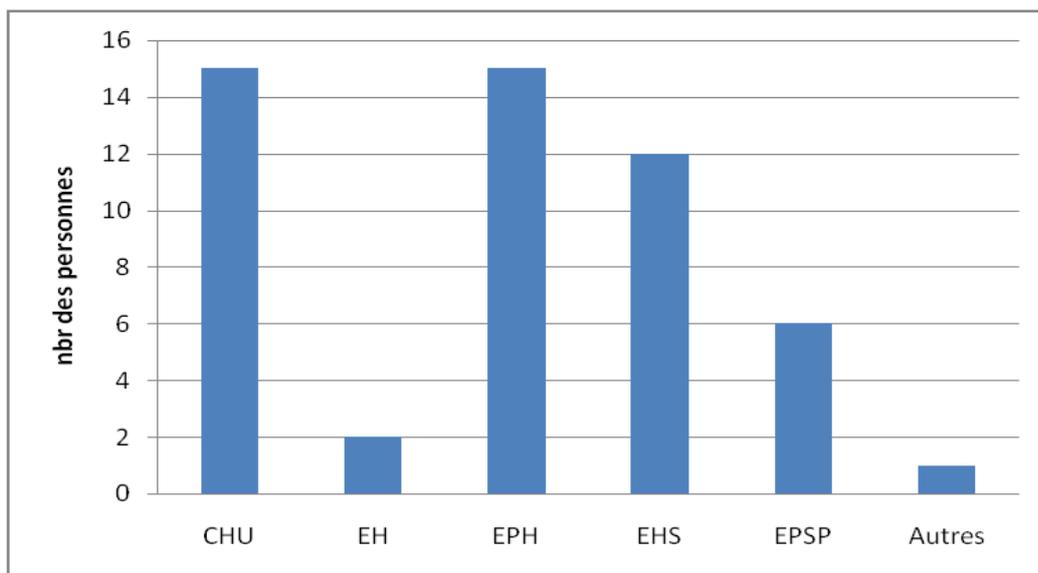


Figure 35: Répartition selon le lieu du travail

✓ *Répartition des pharmaciens par type de service du travail*

Les participants ont également été invités à désigner leur service du travail dans leurs établissements respectifs, 84.3% sont affectés à la pharmacie centrale et le reste (15.7%) travaille au niveau des services cliniques.

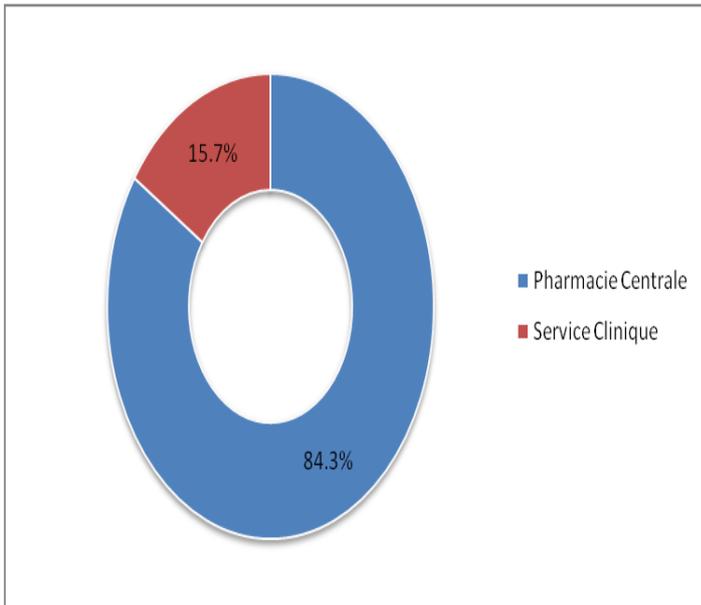


Figure 36: Répartition des participants selon le service du travail

2.2.3 Gestion de l'oxygène médical

30 sur 51 participants ne sont pas responsables de la gestion de l'oxygène dans leurs établissements, tandis que les 21 autres gèrent l'oxygène médical.

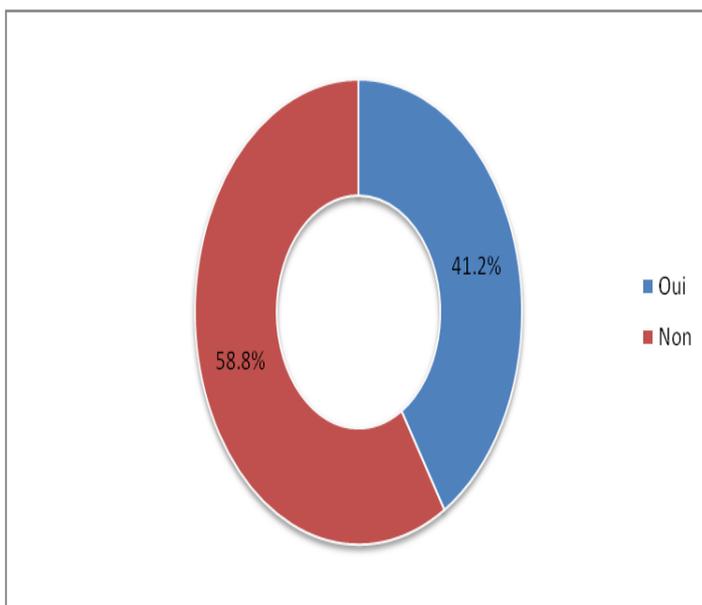


Figure 37: Gestion de l'oxygène médical

2.2.4 Gestion des consommables de l'oxygénothérapie

64.7% des participants sont impliqués dans la gestion des consommables dans leurs établissements, tandis que 35.3% d'entre eux ne le sont pas.

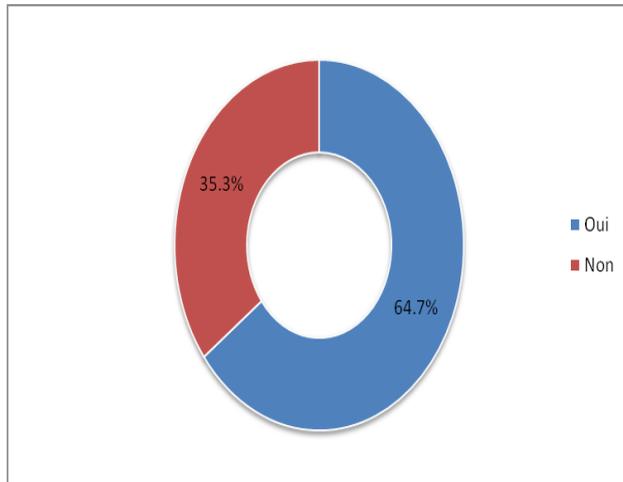


Figure 38: Gestion des consommables

2.2.5 Oxygénothérapie et pathologies

Afin d'évaluer les connaissances des pharmaciens sur le concept d'oxygénothérapie et ses pathologies, nous avons posé quelques questions dont les résultats sont résumés ci dessous:

✓ Oxygénothérapie Normobare

La première question de cette partie est : «Connaissez-vous l'oxygénothérapie normobare ? » et les réponses ont été oui pour 54,9% et non pour 45,1%.

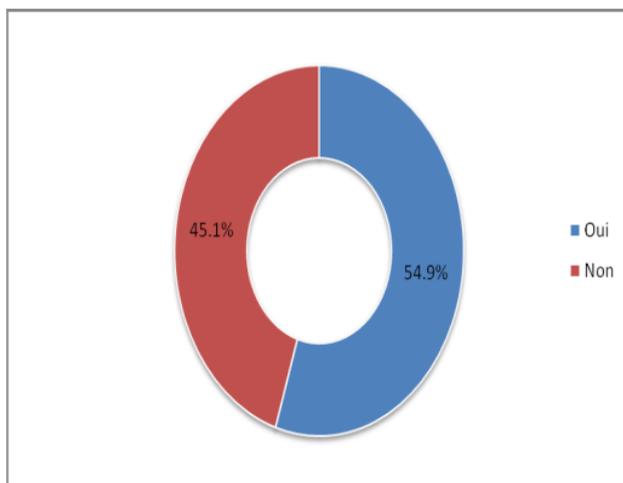


Figure 39: Taux de connaissance de l'oxygénothérapie normobare

✓ *Pression de l'O₂ au cours de l'oxygénothérapie normobare*

Ensuite, on a demandé si les participants connaissaient la pression partielle d'oxygène utilisée pendant l'oxygénothérapie normobare. Près de la moitié des pharmaciens (25/51) ont répondu: Ne sais pas, alors que 24 ont répondu moins d'1 atmosphère et 2 ont répondu à plus d'1 atmosphère.

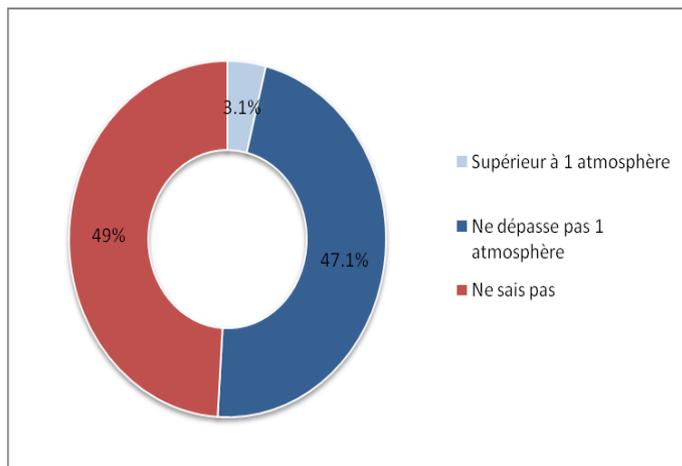


Figure 40: Pression de l'oxygénothérapie Normobare

✓ *Pathologies nécessitant l'oxygénothérapie normobare*

Les réponses à la question sur les indications thérapeutiques de l'oxygénothérapie normobare sont les suivantes :

- 39,2% des sondés ne connaissaient pas les indications thérapeutiques de l'oxygénothérapie normobare.
- La pathologie la plus fréquemment choisie était l'insuffisance respiratoire (52,9 %), suivie par la broncho-pneumopathie chronique obstructive (35,3 %).
- l'intoxication au monoxyde du carbone (25,5 %).
- L'algie vasculaire de la face était cochée seulement par 15.7% de la population

- C'était la gangrène gazeuse qui été la moins incriminée (2%).

Pathologies	Nombre des réponses	Pourcentage
Insuffisance respiratoire	27	52.9%
Intoxication au CO	13	25.5%
Gangrène gazeuse	1	2%
BPCO	18	35.3%
Algies vasculaires de la face	8	15.7%
Ne sais pas	20	39.2%

Tableau 4: Réponses sur les indications de l'oxygénothérapie Hyperbare

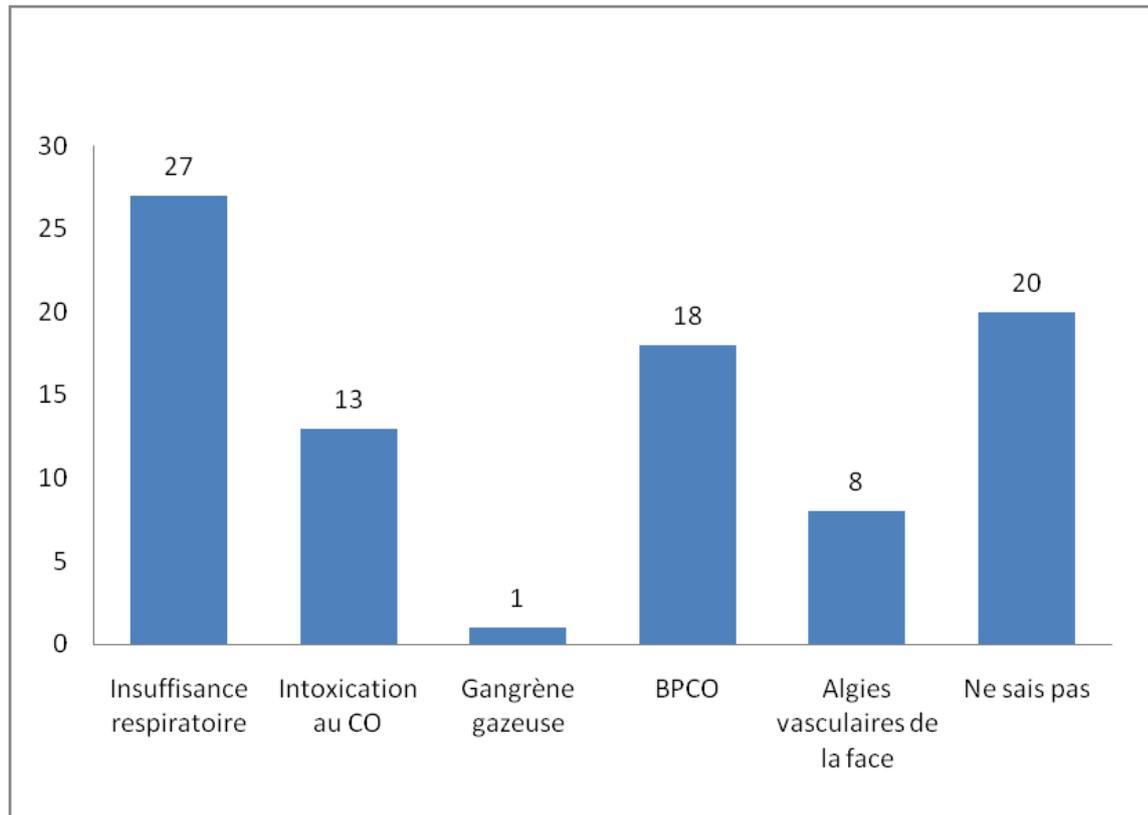


Figure 41: Graphe des réponses de l'oxygénothérapie normobare

✓ *Oxygénothérapie Hyperbare*

A la question sur l'oxygénothérapie hyperbare, la moitié de la population étudiée a répondu qu'elle ne savait pas ce qu'était l'oxygénothérapie, et l'autre moitié a répondu oui.

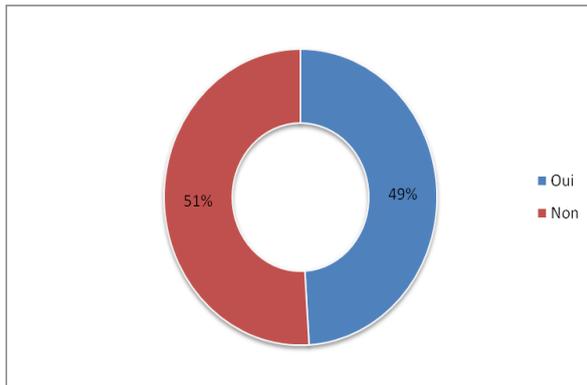


Figure 42: Taux de connaissance de l'oxygénothérapie hyperbare

✓ *Pathologies nécessitant l'oxygénothérapie Hyperbare*

62,7% de la population ne savait pas quelles maladies nécessitant une oxygénothérapie hyperbare. La crise d'asthme aiguë a été choisie par 21,6 %, suivie de la BPCO (19,6 %), de la surdité soudaine, de l'insuffisance cardiaque et de la cicatrisation, chacune choisie par 7,8 % de la population.

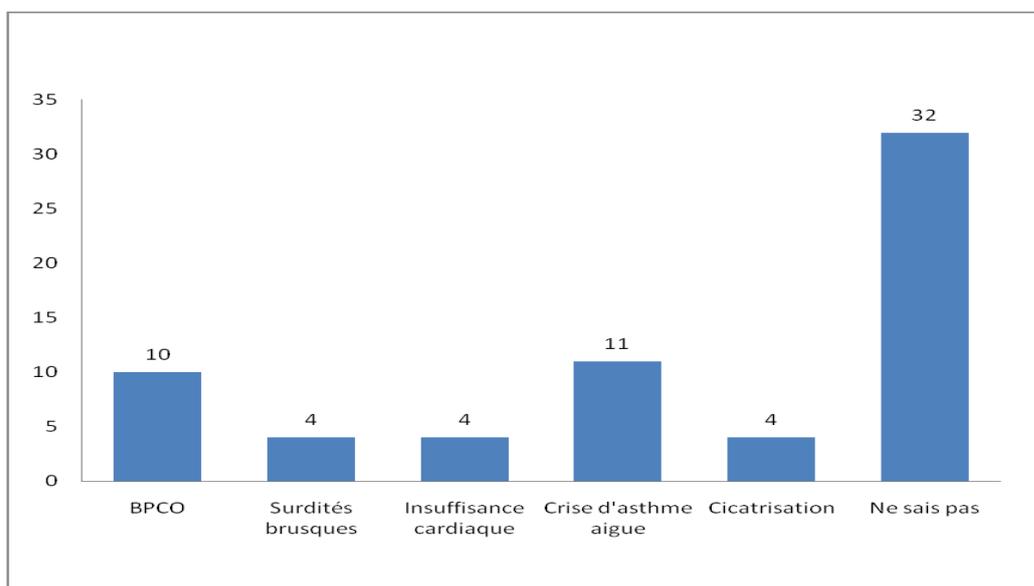


Figure 43: Graphe des réponses de l'oxygénothérapie hyperbare

Pathologies	Nombre de réponses	Pourcentage
BPCO	10	19.6%
Surdités brusques	4	7.8%
Insuffisance cardiaque	4	7.8%
Crise d'asthme aiguë	11	21.6%
Cicatrisation	4	7.8%
Ne sais pas	32	62.7%

Tableau 5: Réponses aux indications de l'oxygénothérapeur Hyperbare

2.2.6 Pharmacologie de l'oxygène médical

Cette partie du questionnaire porte sur les connaissances des pharmaciens hospitaliers participants sur les propriétés pharmacologiques de l'oxygène.

✓ *Oxygène à usage médical selon la pharmacopée européenne*

Les réponses à la question sur les monographies de l'oxygène médical dans la Pharmacopée Européenne sont les suivantes :

- 62.7% ont répondu qu'ils ne le savent pas.
- 19.6% on choisit l'oxygène avec une teneur de 96%
- 15.7% on choisit l'oxygène avec une teneur de 93%
- Seulement 2% on choisit l'oxygène sans précision

Monographie	Nombre de réponses	Pourcentage
Oxygène sans précision	1	2%
Oxygène à 93 %	8	15,7%
Oxygène à 96 %	10	19,6%
Ne sais pas	36	62,7%

Tableau 6: Monographie de l'oxygène

✓ *Oxygène médical selon la réglementation algérienne*

La question était : «selon la réglementation algérienne, l'oxygène est listé comme médicaments à surveillance particulière ». La plupart des participants (44/51) ne connaissaient pas la réponse, 3 personnes ont choisi la liste 02B, 2 personnes ont choisit la liste 02A et une personne a choisi la liste 02C, mais un participant a choisi autres, et il a précisé qu'il s'agit d'un produit dangereux.

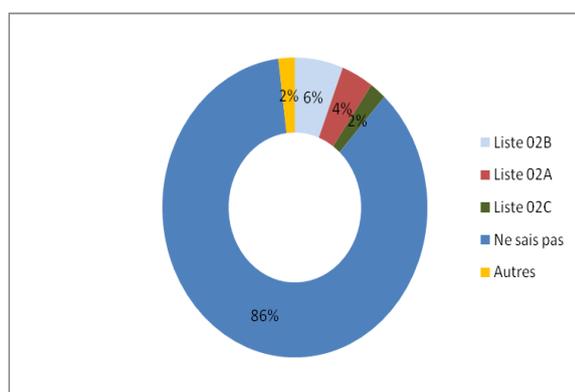


Figure 44: Réponses de «Selon la réglementation algérienne, l'oxygène est listé avec les médicaments à surveillance particulière »

✓ *Effets indésirables de l'oxygène*

Cette étude a montré que la moitié de la population étudiée ne connaissait pas les effets indésirables de l'oxygénothérapie, cependant les pourcentages des effets indésirables choisis sont comme suit:

- Fibrose pulmonaire (25.5%)
- Production des radicaux libres (23.5%)
- Hypercapnie (15.7%)
- Acidose respiratoire (13.7%)
- Alcalose respiratoire (13.7%)
- Hypocapnie (13.7%)
- La rétinopathie du prématuré (11.8%)
- Myopie (3.9%)

Effets indésirables	Nombre de réponses	Pourcentage
Hypocapnie	7	13,7%
Hypercapnie	8	15,7%
Production des radicaux libres	12	23,5%
Fibrose pulmonaire	13	25,5%
Alcalose respiratoire	7	13,7%

Acidose respiratoire	7	13,7%
Myopie	2	3,9%
Rétinopathie du prématuré	6	11,8%
Ne sais pas	26	51%

Tableau 7: Effets indésirables

On a ensuite demandé aux participants s'ils connaissaient le nom de la toxicité nerveuse induite par l'oxygène. Près des trois quarts des participants (72.5%) ont répondu 'ne sais pas', 23.5% d'entre eux ont choisi l'effet Paul Bert, mais seulement une minorité de 4% a choisi l'effet Kruger ou l'effet Dopler.

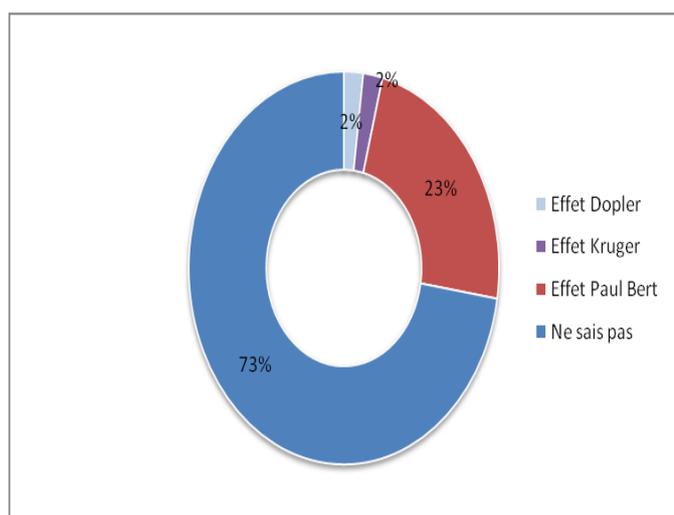


Figure 45: Toxicité nerveuse de l'oxygène

Les réponses sur la question de nature des symptômes neurologiques de la toxicité de l'oxygène étaient : 25.5% des participants pensaient qu'elles sont réversibles, 17.6% pensaient le contraire (irréversible), et 56.9% ne savent pas

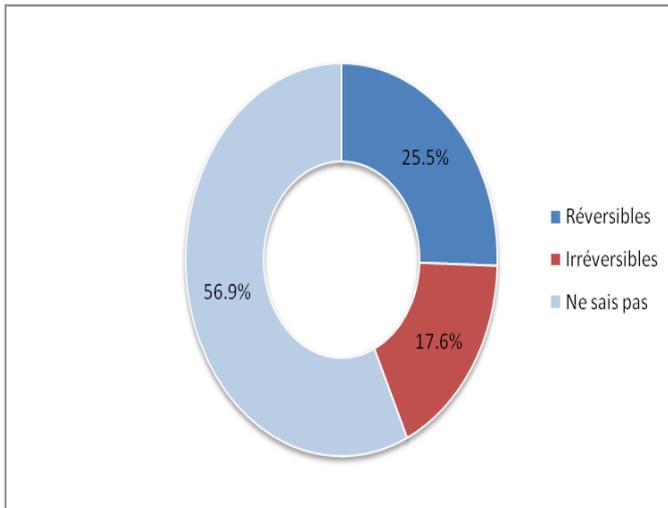


Figure 46: Signes neurologiques de toxicité de l'oxygène

Pour la question sur le mécanisme physiopathologique de l'atélectasie, qui est un effet indésirable rencontré au cours de l'oxygénothérapie, un pourcentage prépondérant de 80.4% a répondu ne sais pas, les autres 19.6% sont répartis comme suit:

- 9.8% ont choisi la réponse 'L'oxygène est absorbé des alvéoles vers le sang plus lentement qu'il n'est apporté dans la fraction inspiratoire'.
- 7.8% ont choisi 'L'oxygène est absorbé des alvéoles vers le sang plus rapidement qu'il n'est apporté dans la fraction inspiratoire'
- 2% ont choisi 'L'instauration d'œdème pulmonaire'

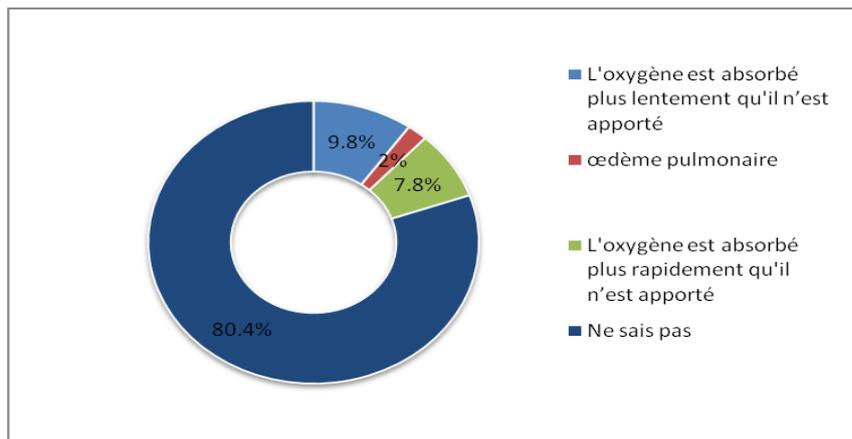


Figure 47: Réponses sur « Connaissez-vous le mécanisme d'e l'effet atéléctasie ? »

✓ *Interactions médicamenteuses*

La majorité des participants 80.4% ont déclaré ne pas savoir quels sont les médicaments l'oxygène aggraverait leur toxicité pulmonaire, 19.6% ont choisi la bléomycine, 3.9% l'amiodarone et 2% ont choisi la docétaxel.

Médicaments	Nombres de réponses	Pourcentage
Bléomycine	10	19.6%
Docétaxel	1	2%
Amiodarone	2	3.9%
Oxaliplatine	0	0%
Ne sais pas	41	80.4%

Tableau 8: Interactions médicamenteuses

✓ *Précautions d'emploi*

La dernière question de cette partie était sur les précautions d'emploi de l'oxygène médical, les réponses sur les affirmations sont répartis dans le graphe suivant :

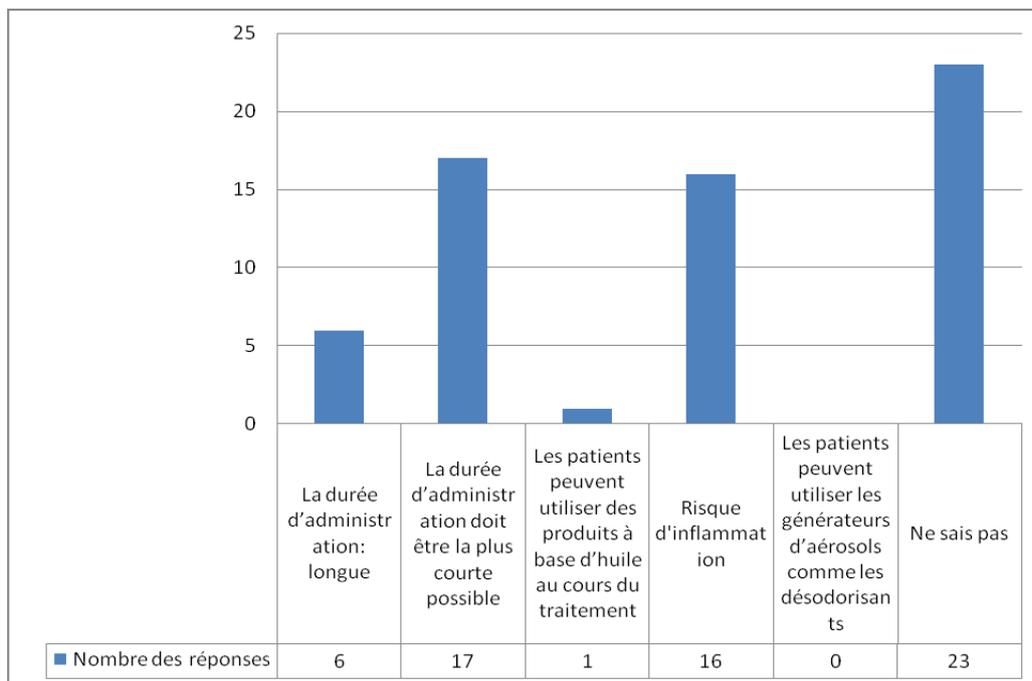


Figure 48: Précautions d'emploi

2.2.7 Sources de l'oxygène médical

Dans cette partie, nous voulons évaluer les connaissances du pharmacien sur les sources de l'oxygène.

✓ *Sources de l'oxygène médical :*

Concernant les sources de l'oxygène médical, la plupart des participants connaissent les générateurs d'oxygène (92,2%), suivis de l'oxygène gazeux (76.5%) et l'oxygène liquide (72.5%), seulement 2% ont répondu ne sais pas.

Sources de l'oxygène	Nombre de réponses	Pourcentage
Oxygène semi-solide	0	0
Oxygène liquide	37	72.5%
Oxygène gazeux	39	76.5%
Générateurs d'oxygène	47	92.2%
Ne sais pas	1	2%

Tableau 9: Sources de l'oxygène

✓ *Sources à 100% d'oxygène*

Concernant la source d'oxygène à 100%, les réponses ont été les suivantes : 31,4% ne savaient pas, un quart des participants (25,5%) favoriseraient l'oxygène généré par les concentrateurs, tandis que d'autres ont choisi les deux autres sources, l'oxygène liquide et gazeux qui ont reçu 21,6 % respectivement.

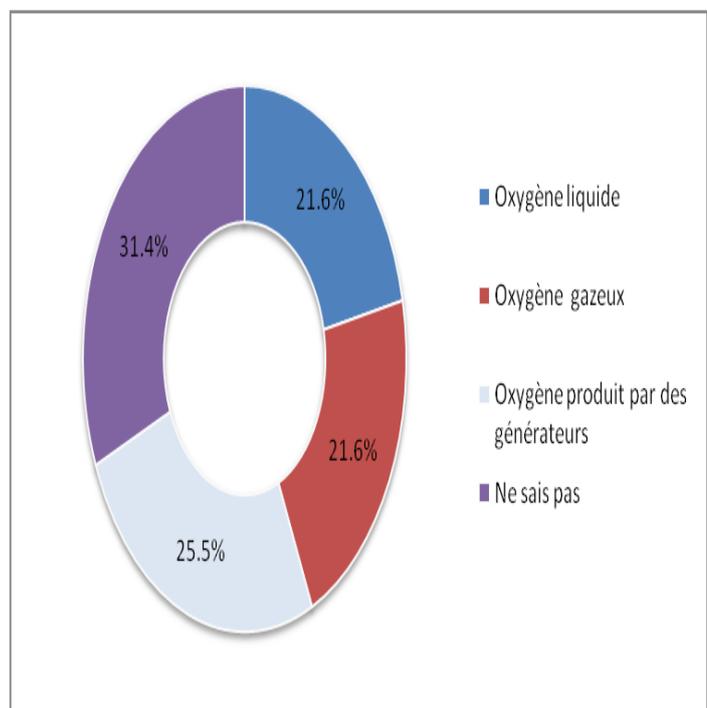


Figure 49: Source à 100% de l'oxygène

✓ *Quantité de l'oxygène gazeux*

On a demandé aux participants à quelle quantité correspond un litre d'oxygène lorsqu'il est à l'état gazeux. 35 sur 51 personnes ne savaient pas la réponse, les 16 restants se répartissaient comme suit:

- 6 personnes pensaient qu'un litre d'oxygène liquide correspond à 8.54L d'oxygène gazeux
- 8 personnes pensaient qu'un litre d'oxygène liquide correspond à 85.4L d'oxygène gazeux
- 2 personnes pensaient qu'un litre d'oxygène liquide correspond à 8540 L d'oxygène gazeux

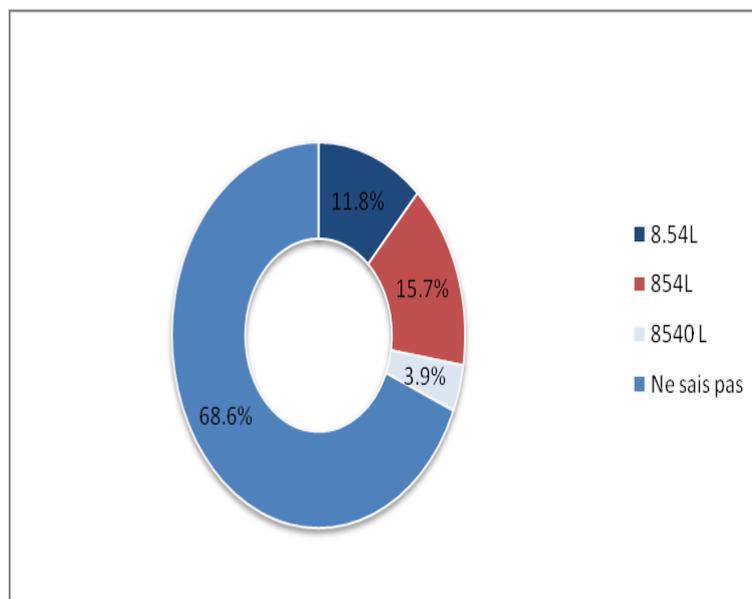


Figure 50: Quantité de l'oxygène gazeux dans un litre d'oxygène liquide

✓ *Couleur de bouteille d'oxygène:*

Pour la question sur la couleur de bouteille d'oxygène, une majorité (40/51) a choisi la couleur blanche. 9 personnes ne connaissaient pas la réponse, une personne a choisi le rouge et une a choisi le bleu.

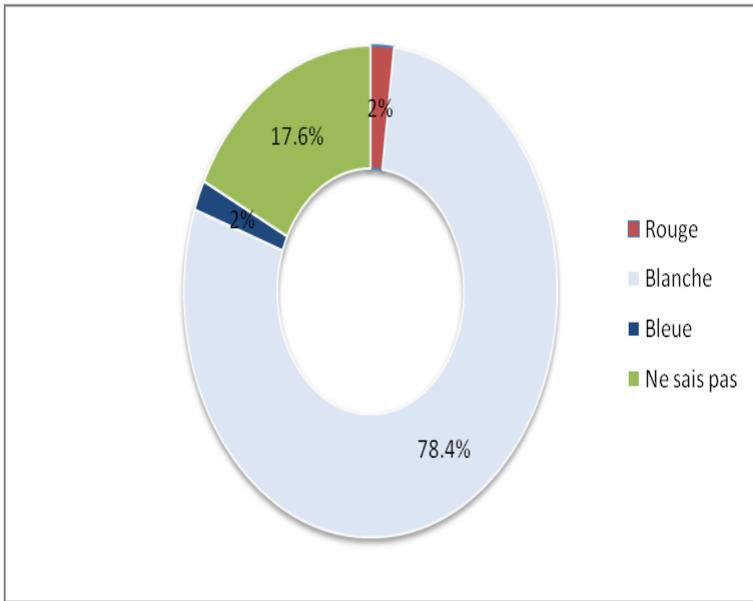


Figure 51: Couleur de la bouteille

✓ *Transport et stockage des bouteilles de l'oxygène médical:*

Concernant les recommandations du transport de l'oxygène médical, une variété de réponse a été observée, résumées dans le graphe suivant:

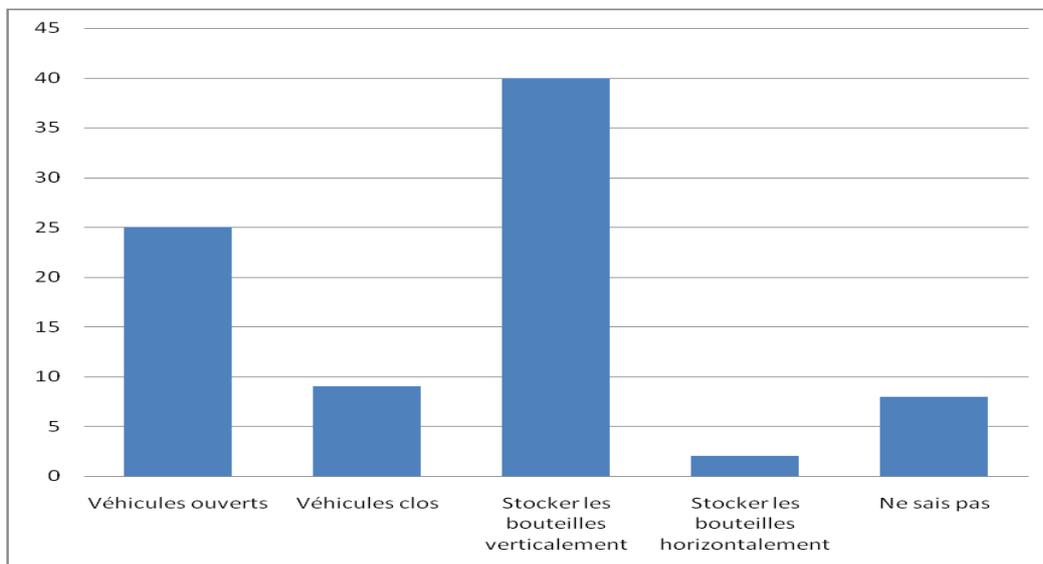


Figure 52: Réponses sur "Concernant le transport des bouteilles d'oxygène médical, indiquez les affirmations justes"

2.2.8 Production Industrielle de l'oxygène

On a demandé aux participants s'ils connaissent les procédés industriels utilisés pour produire de l'oxygène médical. 54.9% ne connaissent pas les méthodes. Tandis qu'une 41.2% de la population est familière avec la distillation cryogénique, 17,6 % de la population a choisi la vaporisation et l'adsorption par inversion de pression respectivement et seulement 2% ont choisi absorption par inversion de pression.

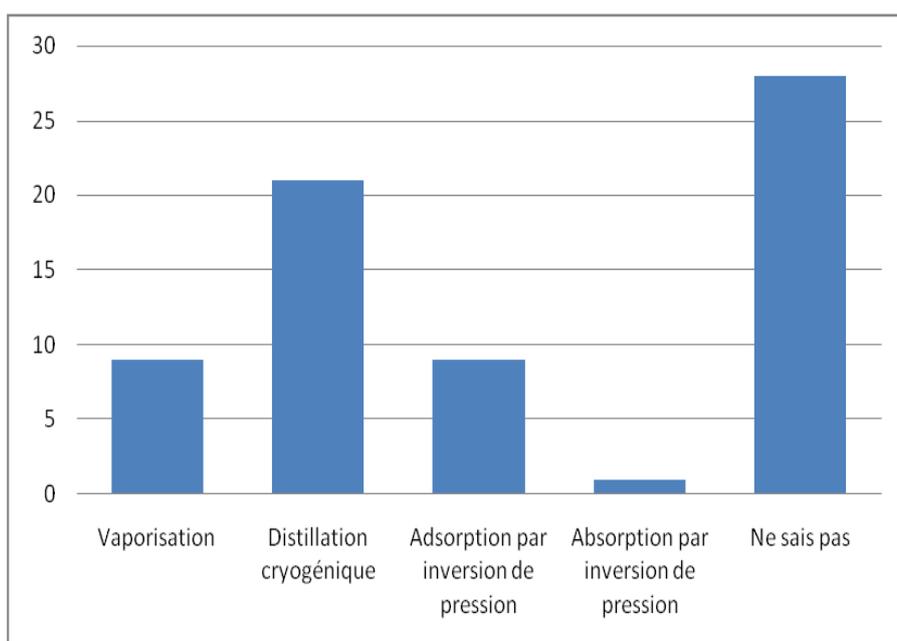


Figure 53: Production Industrielle de l'oxygène

Nous avons demandé ensuite aux participants s'ils savaient quelle était la méthode de production d'oxygène par un générateur de l'oxygène. Plus de la moitié des participants (29/51) ont répondu qu'ils ne savaient pas, 8 entre eux ont choisi adsorption par inversion de pression et 5 personnes ont choisi la distillation cryogénique, la vaporisation été choisi par 6 personnes et l'absorption par inversion de pression seulement par 3 personnes.

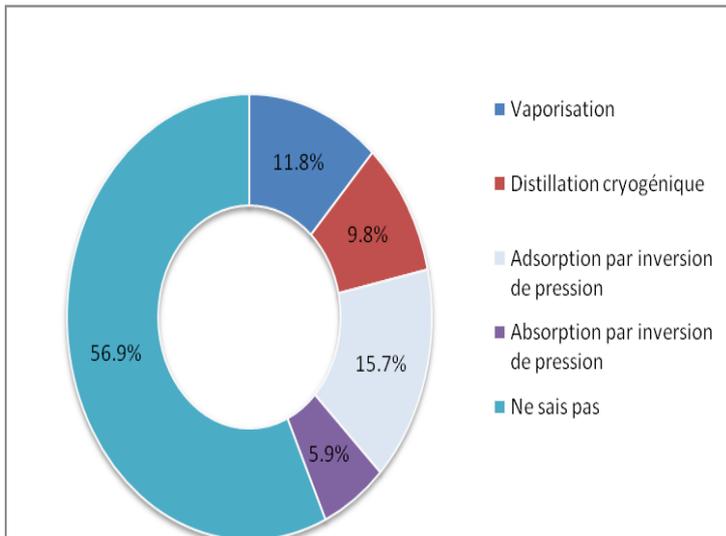


Figure 54: Réponses sur « Quel est le procédé de production d'oxygène dans un concentrateur? »

2.2.9 Consommables

Concernant les connaissances des pharmaciens hospitaliers des consommables de l'oxygénothérapie, l'étude a montré que :

- Seulement 2% ne connaissent aucun matériel,
- Les lunettes nasales étaient le consommable le plus reconnu par la majorité des pharmaciens (94.1%) suivies par les masques faciaux simples (88.2%).
- Le pourcentage de la population qui reconnaît les sondes nasales est 35.3%
- Les masques à ré inspiration partielle est 31.4%
- 19,6% des participants connaissaient les cloches de Hood
- 15,7% connaissaient le masque sans réinspiration.

Consommables	Nombre de réponses	Pourcentage
Lunettes nasales	48	94.1%
Masque facial simple	45	88.2%
Masque à ré inspiration partielle	16	31.4%
Masque sans réinspiration	8	15.7%
Sondes nasales	18	35.3%
Cloche de Hood	10	19.6%
Aucun	1	2%

Tableau 10: Consommables de l'oxygénothérapie

On a voulu savoir si les pharmaciens participants sont familiers avec les consommables spécifiques de la néonatalogie et aux soins en ambulatoire

Pour la question portant sur les consommables de la néonatalogie, on a reçu des réponses variables résumés dans :

- 43.1% ont connu que c'est les lunettes nasales
- 21.6% ont répondu cloche de Hood
- 25.5% ne savaient pas identifier le consommable convenable
- 7.8% pour un masque facial simple

- Seulement 2% ont dit sondes nasales

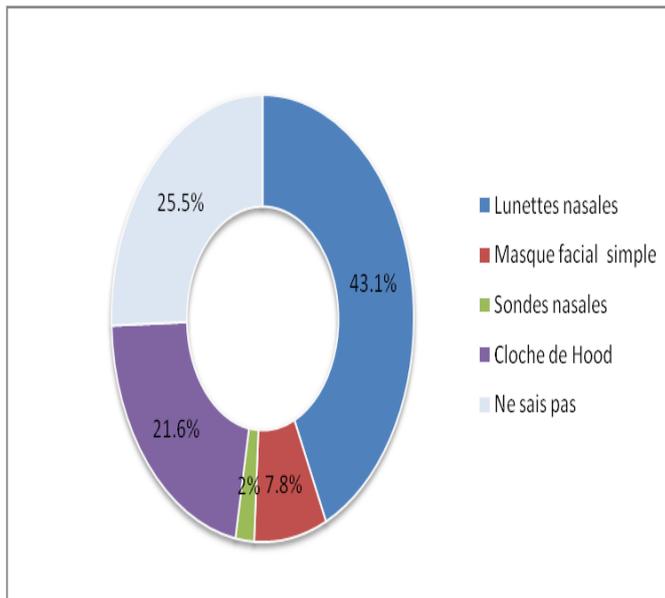


Figure 55: Consommables utilisés en néonatalogie

Pour la question sur les consommables en ambulatoire, on a eu les réponses suivantes :

- 41.2% ont répondu lunettes nasales
- 35.3% ont dit que c'est le masque facial simple
- 13.7% n'ont pas connu la réponse
- 5.9% ont choisi masque à réinspiration partielle
- 3.9% ont dit que c'est le masque sans réinspiration

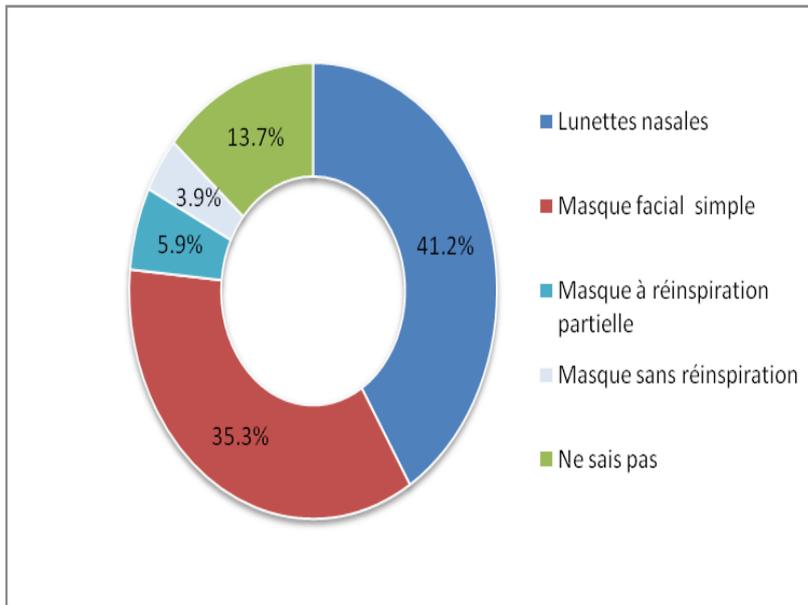
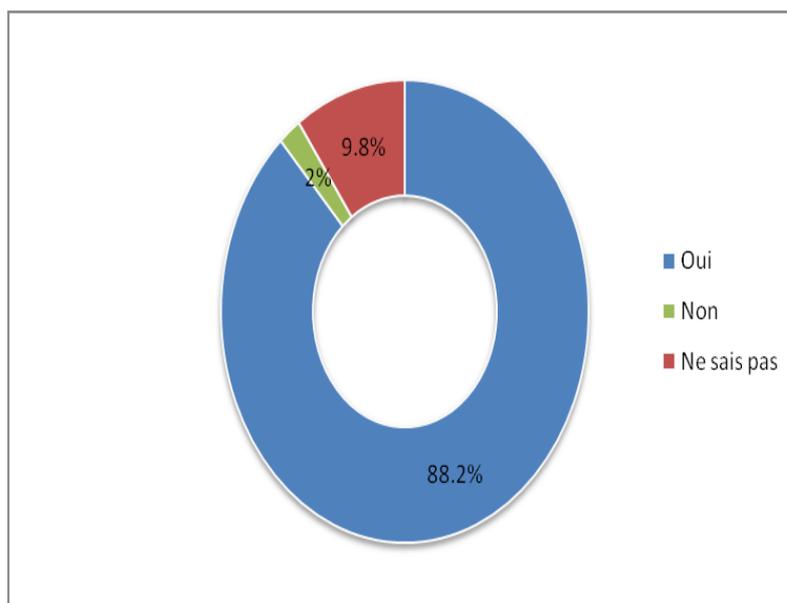


Figure 56: Consommables utilisés en ambulatoire

2.2.10 Rôle du pharmacien hospitalier dans la gestion de l'oxygène

✓ Responsabilité juridique du pharmacien

On a demandé aux pharmaciens si, à leur connaissances, les pharmaciens étaient responsables de la gestion de l'oxygène médical selon la loi algérienne, la majorité d'entre eux 88.2% ont répondu oui, 5 répondants ne savaient pas, et seulement 1 a choisi non.



hospitalier est-il responsable de la gestion de l'oxygène? »

✓ *Connaissance sur la gestion*

On a demandé s'ils savaient comment est géré l'oxygène dans un établissement de santé publique (CHU) 42 ont répondu qu'ils ne le savaient pas et 9 ont répondu oui.

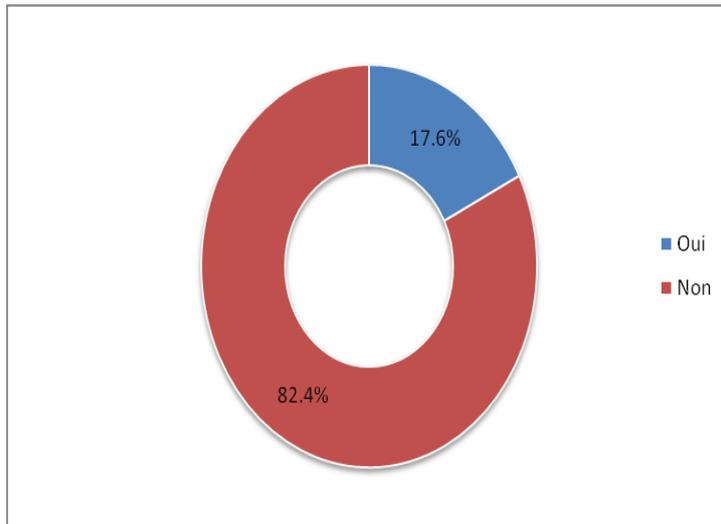


Figure 58: Savez-vous comment est géré l'oxygène au CHU?

✓ *Engagement dans la gestion*

On a voulu savoir si les pharmaciens étaient prêts à s'engager dans la gestion de l'oxygène médical. La moitié (49%) a répondu "oui", 31,4% étaient neutres et 19,6% ont répondu "non".

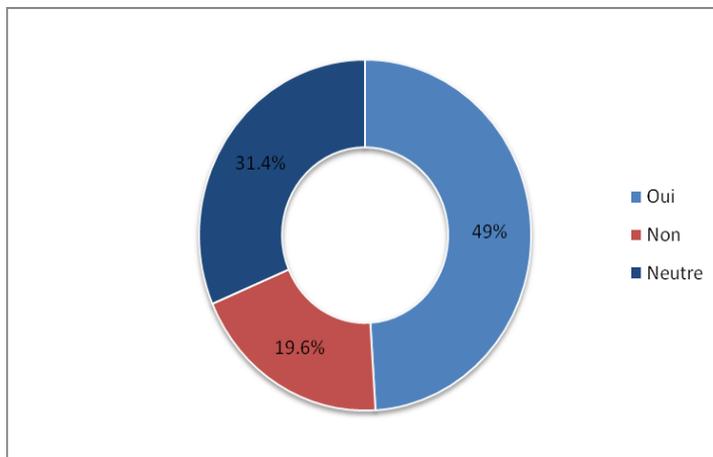


Figure 59: Etes vous prêts de s'impliquer dans la gestion de ce médicament?

✓ *Formation*

Enfin, lorsque nous avons demandé aux pharmaciens s'ils souhaitaient une formation sur l'oxygène médical pour une gestion optimale, la réponse était de 82,4 % en faveur de la formation, 3,9 % non et 13,7 % neutre

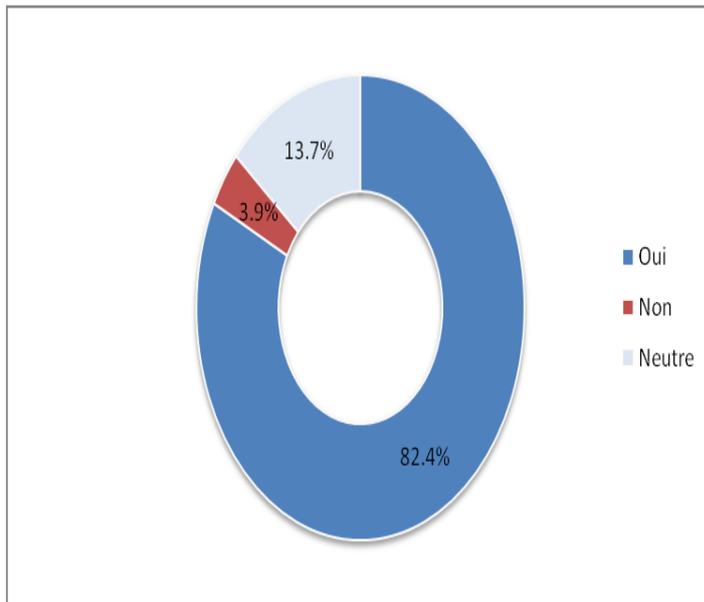


Figure 60: Avez-vous besoin d'une formation pour mieux gérer l'oxygène ?

2.3 Résultats de l'évaluation des connaissances

✓ *Répartition des pharmaciens selon le lieu du travail*

La répartition des pharmaciens qui ont participé à l'évaluation des connaissances suite au cours que nous avons prodigué

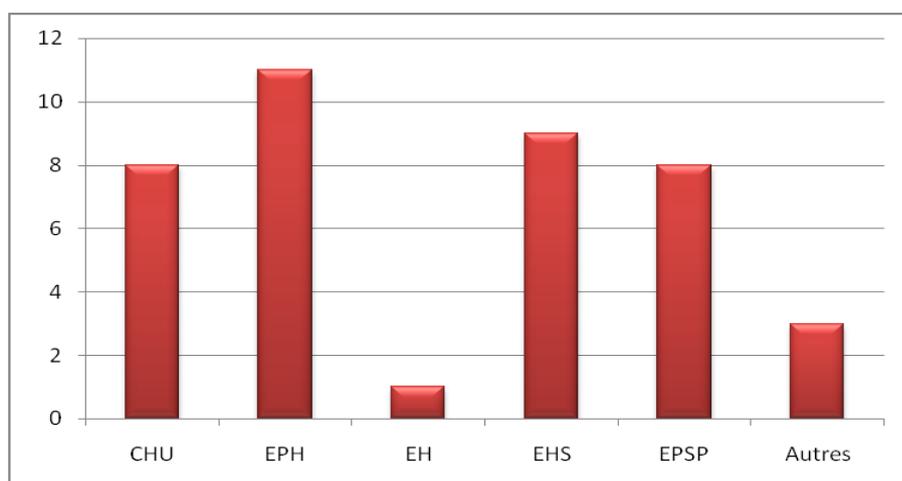


Figure 61: Répartition des candidats selon leur établissement du travail

✓ *Répartition selon la Wilaya du travail*

Wilaya	Nombre de participants
Tlemcen	4
Batna	9
Alger	3
Oran	3
Sidi Bel Abbès	7
Stif	2
Béchar	1
Blida	3
Chlef	1
Tébessa	1
Tissemsilt	2
Oum El Bouaghi	1
Saida	1
Tizi ousou	1

Constantine	1
-------------	---

Tableau 11: Répartition des candidats selon les wilayas

✓ *Propriétés chimiques de l'oxygène*

Pour la première question portant sur les propriétés chimiques de l'oxygène, la majorité des pharmaciens savaient que l'oxygène appartient à la famille des chalcogènes (84%) et qu'il est très électronégatif (82%). Par contre, une minorité de 3 pharmaciens (7%) ont répondu qu'il est le 10ème élément dans le tableau de MENDELEÏEV et 3 candidats ont dit qu'il est peu électronégatif

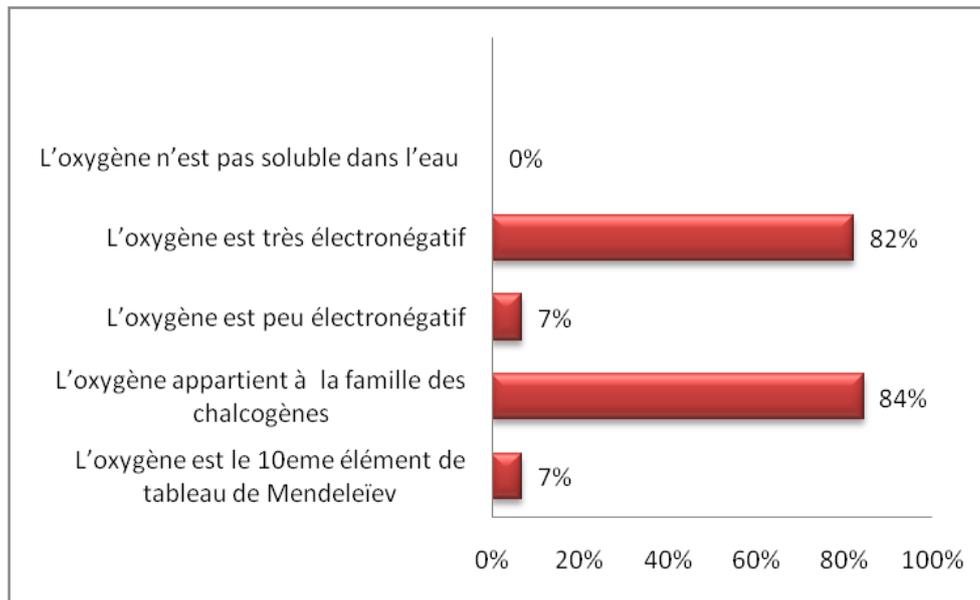


Figure 62: Propriétés chimiques de l'oxygène

✓ *Propriétés pharmacocinétiques de l'oxygène*

Cette question porte sur les propriétés pharmacocinétiques de l'oxygène, en demandant la réponse fautive qui ne convient pas à l'oxygène médical. 33% des sondés ont choisi la proposition " l'oxygène est un accepteur intermédiaire d'électrons" qui est la réponse fautive alors que 47% disaient que l'oxygène se trouve sous forme dissoute dans le plasma. 24% pharmaciens ont choisi l'oxygène est éliminé sous forme de H₂O et CO₂ et 22%

autres ont choisi qu'il soit transporté par Hb et 11% des participants ont choisi la proposition " l'oxygène joue un rôle important dans la respiration cellulaire"

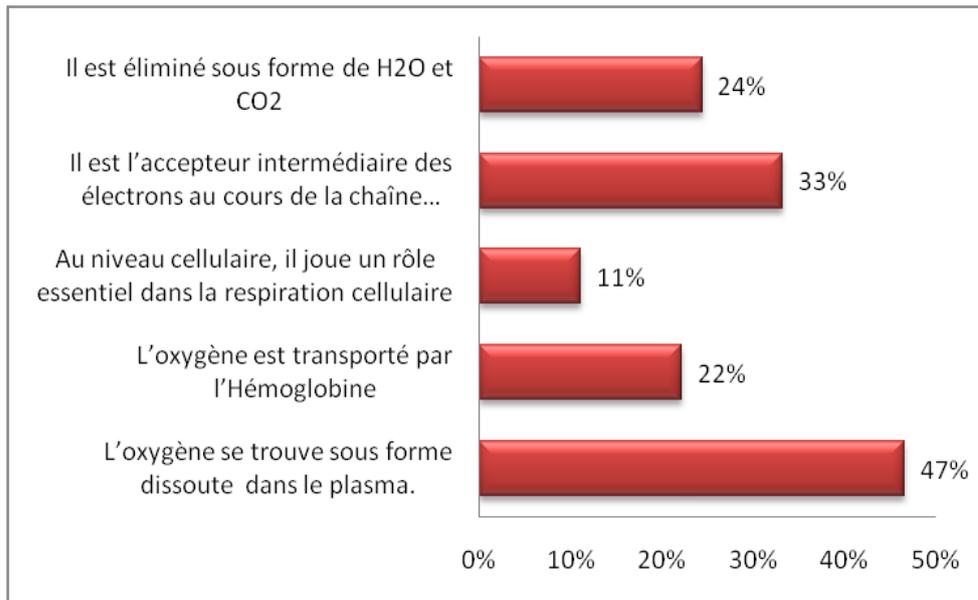


Figure 63: Propriétés pharmacocinétiques de l'oxygène

✓ *Effets indésirables*

En ce qui concerne les effets indésirables dus à l'oxygénothérapie, 42 personnes ont répondu à cette question, 81 % d'entre eux ont reconnu la formation des radicaux libres suivie par l'hypercapnie (74%) et puis l'atélectasie (62%). Par contre, 10 candidats ont choisi l'alcalose respiratoire et seulement 1 pour l'insuffisance cardiaque.

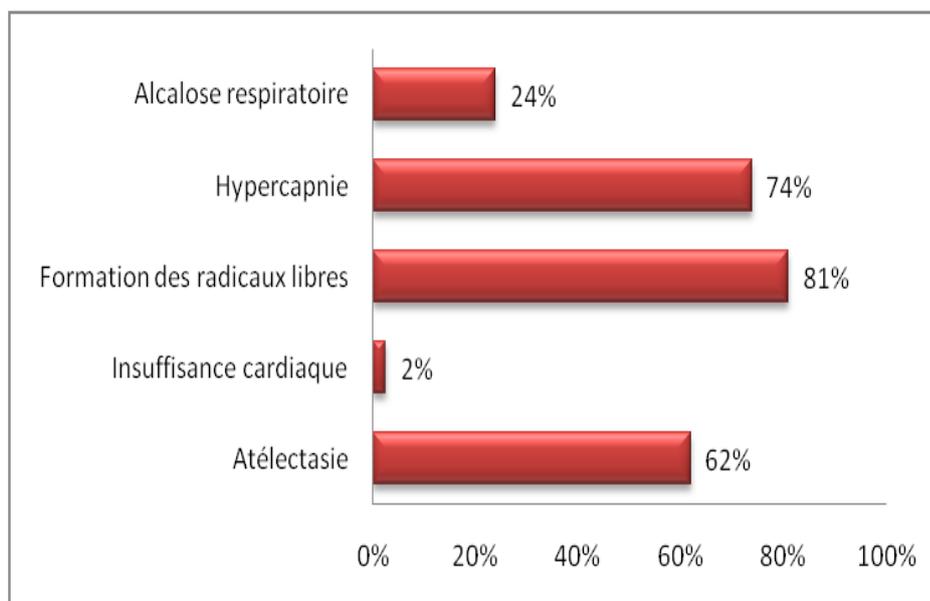


Figure 64: Effets indésirables après l'évaluation

✓ *Saturation cible pendant l'oxygénothérapie*

Dans cette question on a demandé les saturations cibles pour les BPCO et pour la COVID19. On a eu 44 réponses et une majorité (70%) des pharmaciens interrogés savent que la saturation doit être comprise entre 88% et 92% pour les BPCO et 16% ont choisi celle entre 92% et 94% pour la COVID19, plus que la moitié des candidats ont choisi <94% et 36% ont dit qu'elle devrait être < 92%. Alors que seulement 9% ont répondu que la saturation cible est < 96%.

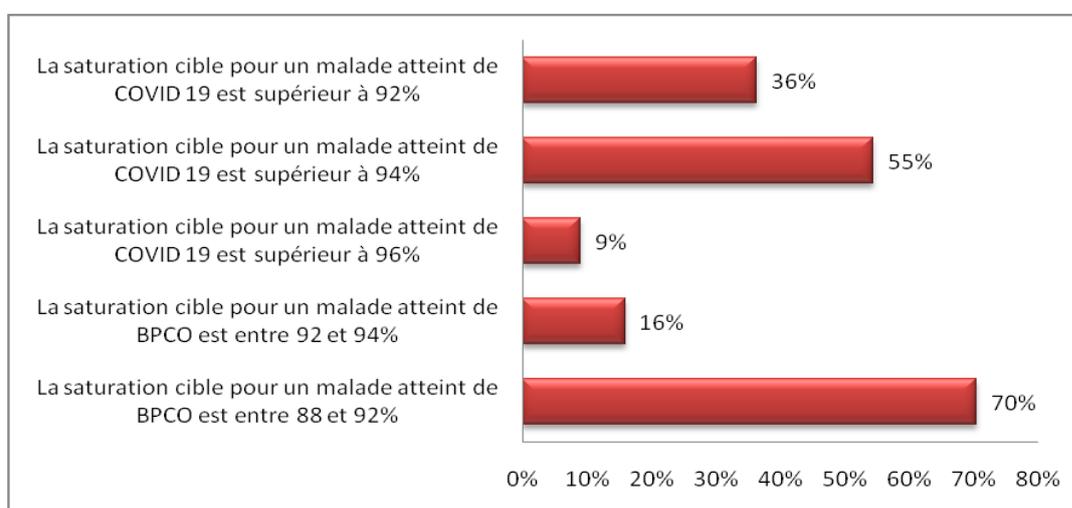


Figure 65: Saturations cibles après la formation

✓ *Précautions d'emploi*

Parmi les 41 personnes qui ont répondu à cette question, 78% ont répondu que la durée de l'administration devrait être courte et 80% d'entre eux savent que la pression dans les chambres hyperbare doit être augmentée et diminuée progressivement. 51% des pharmaciens savent qu'il faut éviter l'utilisation des produits de base huileuse et 10% d'entre eux disent que l'utilisation d'aérosols est sans risque, une minorité de 5% disent que le risque d'incendie est négligeable.

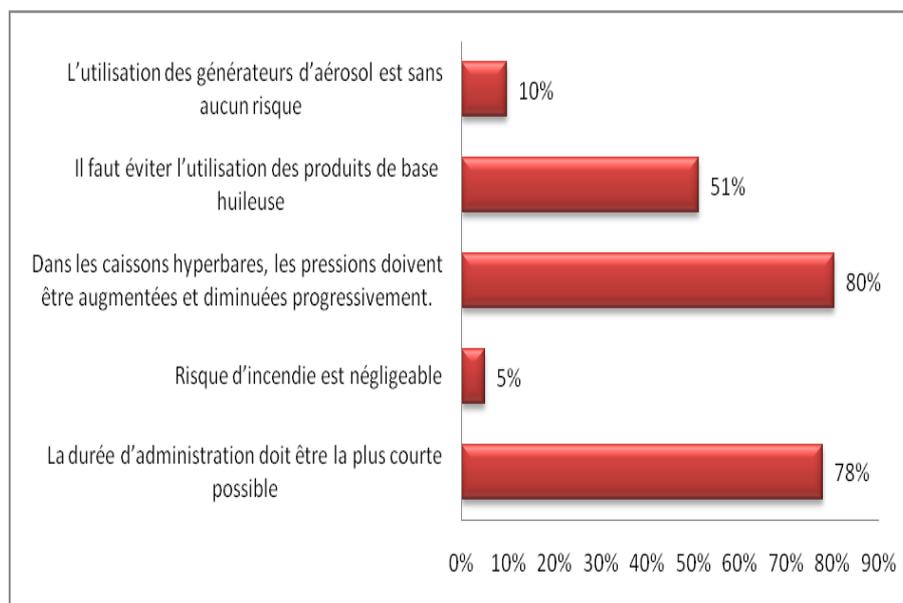


Figure 66: Précautions d'emploi après l'évaluation

✓ *Pharmacopée de l'Oxygène produit par les concentrateurs*

Nous avons demandé aux pharmaciens la teneur d'oxygène produite par les concentrateurs PSA. Parmi les 41 réponses, 19 (46%) étaient oxygène 93% et 18 (44%) étaient oxygène 99%. Une minorité de 7% et 5% ont choisi l'oxygène 90% et l'oxygène 83% respectivement.

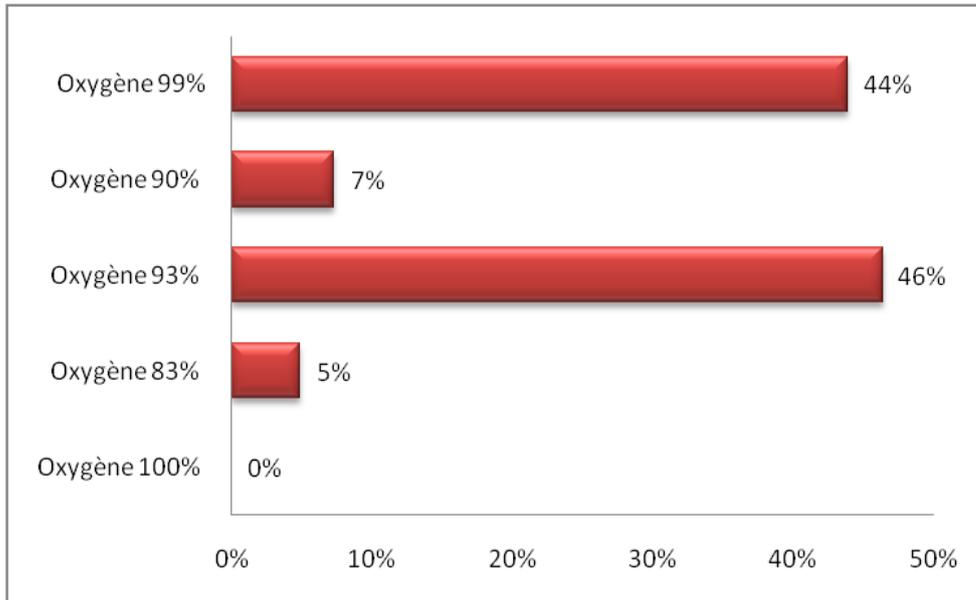


Figure 67: Monographie de l'oxygène produit par PSA

✓ *Forme de stockage*

Nous avons reçu 41 réponses à cette question. 84% des participants savent que c'est la forme liquide qui permettra de stocker une grande quantité d'oxygène. Cependant, 13% ont répondu que c'était les concentrateurs et 11% ont choisi la forme gazeuse et 2% la forme semi-solide.

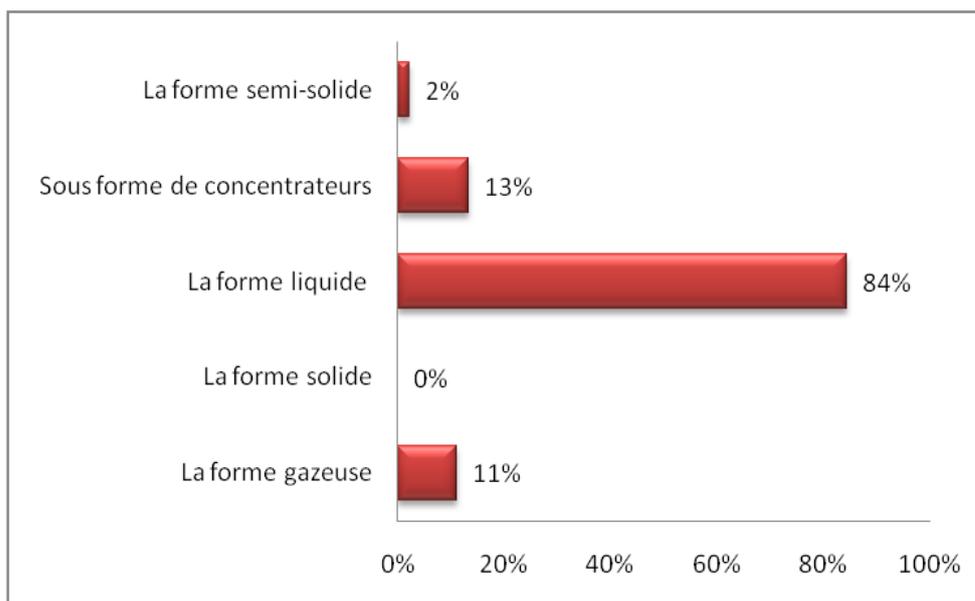


Figure 68: Réponses sur la question « Quelle est la forme qui permet de stocker des grandes quantités de l'oxygène sous un faible volume ? »

✓ *Oxygénothérapie normobare*

La plus grande majorité (98%) des participants savent que l'ONB correspond à la pression atmosphérique et seulement une personne (2%) à répondu que l'ONB correspond à une pression supérieure à l'atmosphère. Concernant les indications de l'ONB, 69% des pharmaciens ont choisi les IRA et IRC et 51% les états de choc.

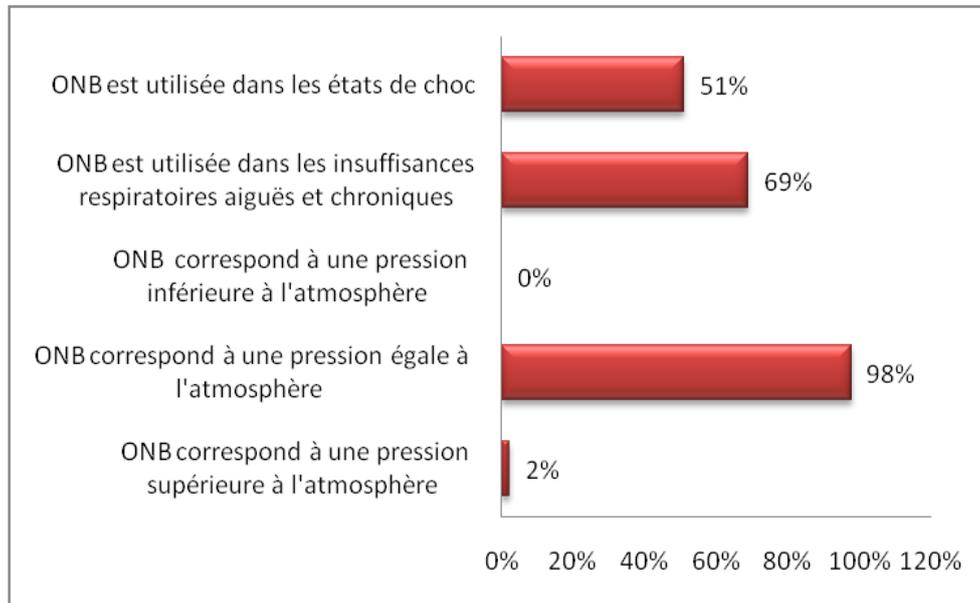


Figure 69: Réponses sur l'oxygénothérapie normobare après l'évaluation

✓ *Oxygénothérapie hyperbare*

Tous les participants (100%) savaient que l'OHB fonctionne à une pression supra atmosphérique et 89% d'entre eux ont correctement choisi l'intoxication au monoxyde du carbone comme indication de l'OHB. Toutefois 31% ont répondu que l'OHB est utilisée dans la COVID 19.

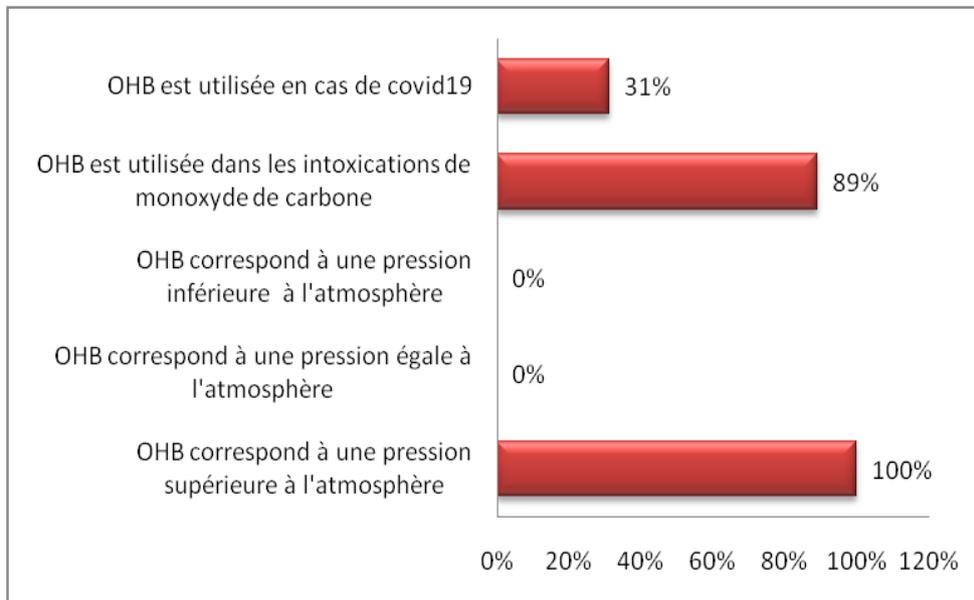


Figure 70: Réponses sur l'oxygénothérapie hyperbare après l'évaluation

✓ *Consommable*

En demandant aux candidats d'identifier les photos de 2 consommables, la majorité d'entre eux (73% et 71%) ont répondu correctement. Alors que les autres réponses étaient fausses avec des pourcentages moindres 13%, 11% et enfin 9% pour aucune réponse n'est juste.

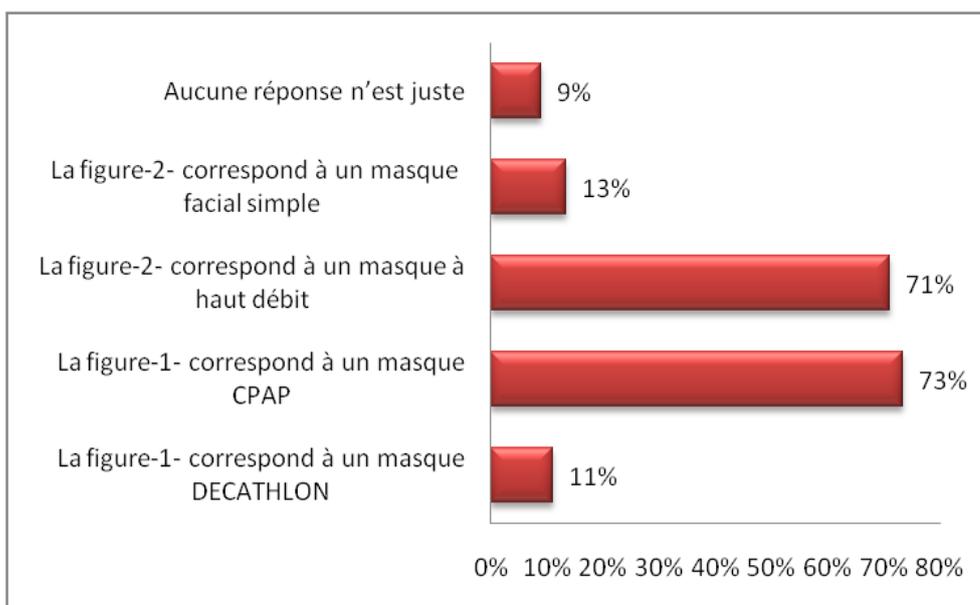


Figure 71: Consommables après l'évaluation

2.4 Résultats de l'étude de satisfaction

✓ *Attentes*

Le cours a très bien répondu aux attentes de 16 (36%) des 44 pharmaciens qui ont répondu à cette question et 20 autres (45%) ont répondu assez bien, mais 8 participants (16%) ont dit que le cours a peu répondu à leurs attentes, le cours n'a pas répondu aux attentes d'un seul pharmacien.

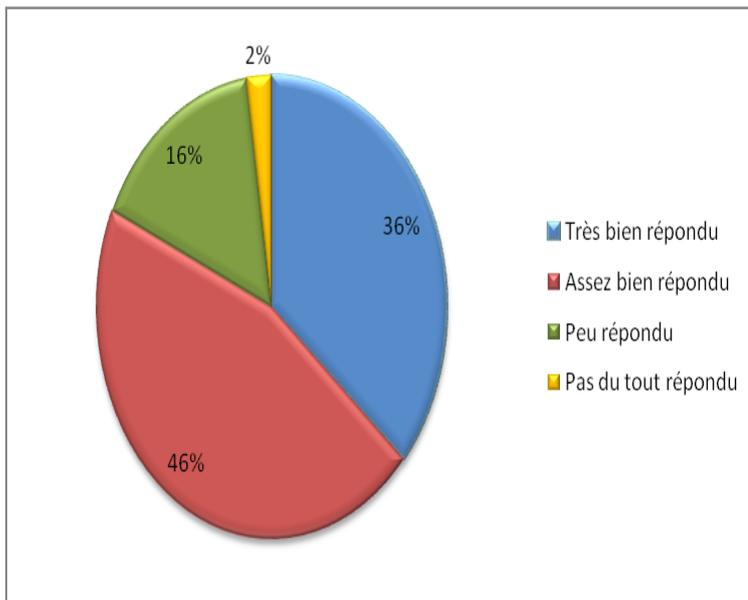


Figure 72: Le cours a-t-il répondu à vos attentes?

Amélioration

Nous avons reçu 43 réponses à cette question. La moitié (49%) des participants ont répondu que le cours a beaucoup contribué à améliorer leurs connaissances sur l'oxygène médical et 44% des participants trouvent que le cours a plutôt contribué. Cependant, le cours a peu contribué à l'amélioration des connaissances de 7% des participants.

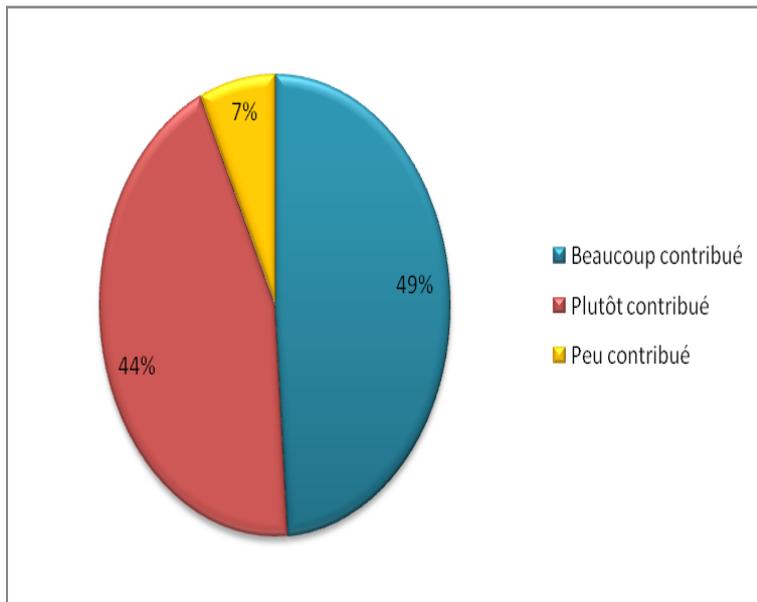


Figure 73: Le cours a-t-il contribué à l'amélioration de votre connaissance sur l'oxygène médical?

✓ *Présentation Powerpoint*

La Présentation PowerPoint était très facile à suivre pour 70% des participants, et assez facile à suivre pour 28%. Seulement une personne (2%) a trouvé difficile de suivre la présentation.

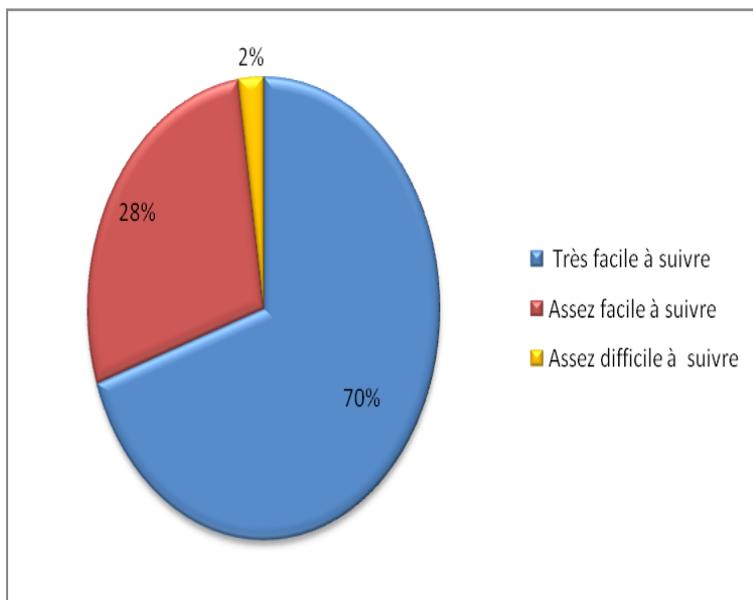


Figure 74: Comment qualifieriez-vous la présentation POWERPOINT du cours de l'oxygénothérapie ?

✓ *Degré de satisfaction*

Concernant la clarté du cours, 18 sur 43 (42%) étaient très satisfaits, et 21 (49%) autres étaient satisfaits. 3 participants (7%) étaient peu satisfaits et 1 (2%) n'était pas satisfait.

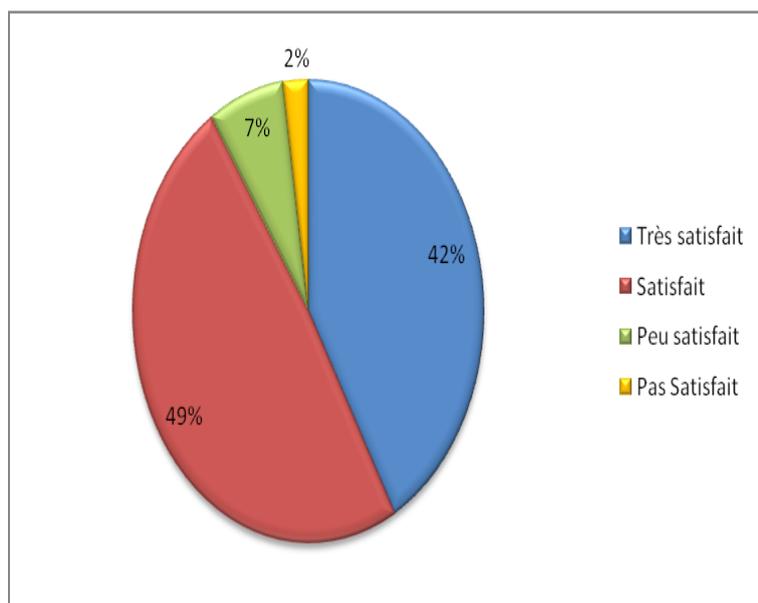


Figure 75: Quel est votre degré de satisfaction concernant la clarté du cours ?

DISCUSSION

La première partie de notre travail nous a permis de faire le point sur l'état de la gestion et du circuit de l'oxygène médical dans un établissement de santé et plus particulièrement au CHU de Tlemcen (approvisionnement, réception, stockage et rétrocession).

Nous avons relevé que la gestion de ce produit pharmaceutique n'est pas conforme aux recommandations de bonne pratique de la pharmacie hospitalière BPPH de la France (183). En effet, le rôle du pharmacien se limite à l'approvisionnement et la gestion de l'oxygène n'est pas placée sous sa responsabilité directe.

Suite à cet état des lieux, la formation CPPH qu'a organisé l'association nationale ASCOP et qui a regroupé des pharmaciens de 20 wilayas d'Algérie avec différents types d'établissement comme des EPSP, EPH, EHS, EH, EHU et des CHU, nous a permis d'identifier les structures où le pharmacien gère l'oxygène médical. Moins de la moitié des sondés sont concernés par la gestion de l'oxygène alors que la réglementation est très claire vis-à-vis de ce produit pharmaceutique, selon la loi n° 08-13 du 20 juillet 2008 (30) modifiant et complétant la loi du 16 février 1985 et la loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé (177) qui ont donné le statut de médicament aux gaz médicaux et donc le pharmacien engage sa responsabilité médicale et juridique.

Notre étude a relevé qu'il n'y avait que 40% des pharmaciens sondés qui étaient directement ou indirectement impliqués dans la gestion de l'oxygène médical. Alors qu'une enquête nationale brésilienne publiée en 2021 évaluant la bonne gestion des gaz médicaux dans les hôpitaux (184) a montré que ce taux était de 22%, soit 8 hôpitaux sur 35 avaient un pharmacien responsable des gaz médicaux. Dans la même étude, 20% des hôpitaux se souciaient de la pharmacovigilance des gaz médicaux et ont impliqué un pharmacien.

Par contre en France, la gestion de l'oxygène est impérativement sous la responsabilité du pharmacien selon l'article L5121-8 du code de santé public (152) et ce taux était de 60% dans l'étude régionale de Champagne Ardenne avec des tâches allant de la commande, la réception, le contrôle, la vérification, la sécurisation et le respect du bon usage de ce médicament et des dispositifs médicaux y afférent.

En 2010, l'ARS Champagne Ardenne a diligenté une enquête visant à faire l'état des lieux de la gestion des gaz médicaux dans les établissements de santé de la région (185). Le taux de participation à cette étude était de 88%, légèrement supérieur à celui que nous avons obtenu (73%). Les résultats montrent que 95.3% des établissements avaient à gérer l'oxygène et la majorité (90.7%) des pharmacies à usage intérieur (PUI) en étaient les gestionnaires.

Notre enquête a fait le constat que le pharmacien algérien ne vérifiait pas personnellement et n'était pas présent physiquement à la livraison de l'oxygène médical par les sociétés de gaz médicaux. Alors que la réglementation algérienne exige cette étape de contrôle de ce produit pharmaceutique selon la circulaire N° 007 publié en 22 Novembre 2005 (180).

L'enquête de l'ARS Champagne Ardenne a rapporté que 19% des pharmaciens réceptionnent les bouteilles, et dans l'étude brésilienne seulement 20 % des hôpitaux ont indiqué qu'un pharmacien supervise la réception des gaz médicaux.

Encore plus, la plupart des pharmaciens sondés (86%) ne connaissaient pas que, selon la réglementation algérienne, l'oxygène est listé comme médicament à surveillance particulière. Et pourtant, la circulaire N° 007 stipule que les pharmaciens doivent maîtriser les indications médicales et vérifier régulièrement les stocks, notamment pour les médicaments à surveillance particulière comme l'oxygène (178).

Dans le cas de l'Angleterre, la loi exige qu'il y ait un pharmacien responsable de contrôle de la qualité désigné par le directeur général de l'hôpital et il est aussi choisi par le comité des gaz médicaux sous les conseils et les recommandations du pharmacien responsable (175). Un contrôle de qualité systématique est effectué après toutes nouvelles installations, ou des travaux effectués ou à tout moment où la qualité de l'oxygène peut être affectée.

De même, en France, la PUI est obligée d'effectuer un contrôle de qualité. L'étude ARS Champagne Ardenne montre que les contrôles sont effectués généralement annuellement ou après installation ou modification du réseau. Le contrôle d'identité de l'oxygène médical est systématique dans 95% des ES et il est réalisé dans 70% des cas par le pharmacien responsable, et ce, par un identificateur de gaz par analyse de l'oxygène dans 64% des ES. Alors qu'au niveau des services, c'est la pression dans les prises murales qui est contrôlée dans 85% des ES.

En Algérie, il n'existe pas de procédures écrites liées à la gestion de l'oxygène ou une documentation destinée aux pharmaciens hospitaliers pour les aider à effectuer leurs tâches en toute sécurité contrairement à l'étude française de Champagne Ardenne qui a montré que 37% des ES de la région ont une procédure écrite validée.

Donc, il serait judicieux d'avoir un comité des gaz médicaux ou une entité similaire en Algérie, comme ce qui se fait en France à travers la commission locale de surveillance de la distribution des gaz à usage médical (168) ou comme la Medical Gas Committee en Angleterre (172). Les membres de ces comités sont composés de différentes spécialités d'où l'importance d'une équipe pluridisciplinaire dans la gestion des gaz médicaux. Ainsi, en Angleterre, il est recommandé que le président du comité soit le pharmacien Chef (174). Le comité joue également un rôle important dans la planification de l'utilisation de l'oxygène, essentiellement durant les pandémies, y compris la publication des procédures et la mise en place des politiques des gaz médicaux comme celui publié par la Medical Gas Committee de Doncaster intitulé "Medical Gas Policy" (186) et celui publié par la Medical Gas Committee de Solent intitulé "Medical Gas Operational Policy" (187) .

Selon Luisetto et Sahu (188), la gestion des gaz médicaux par les pharmaciens hospitaliers peut faciliter les tâches des équipes médicales et permettre une meilleure prise en charge, un meilleur contrôle qualité et de gestion des risques et une maîtrise des coûts.

Aussi, de nombreuses études se sont concentrées sur l'impact économique de la gestion des gaz médicaux par les pharmaciens, comme une étude de 2014 publiée dans le journal européen de la pharmacie hospitalière (189) dans laquelle les pharmaciens d'un hôpital ont rédigé un programme visant à améliorer la gestion des gaz médicaux, y compris l'oxygène, en développant des protocoles pour réglementer la gestion des gaz médicaux et la mise en place d'un logiciel qui suit la traçabilité des bouteilles d'oxygène distribuées et réduit l'inventaire en temps réel ainsi qu'une réduction de la pression de livraison d'oxygène de 6 bars à 4,5 bars et une combinaison de la bouteille d'oxygène avec un manomètre numérique facilitant la lecture de la consommation de gaz en temps réel.

Ces ajustements ont permis de diminuer le coût de la consommation d'oxygène d'un montant de 37 807 euros de janvier 2014 à octobre 2015 suite à la mise en œuvre de mesures d'efficacité et l'intervention du service de pharmacie. Ça a entraîné une réduction

substantielle de la consommation globale d'oxygène et une plus grande traçabilité lors de la distribution des bouteilles.

Une autre étude en Suisse, publiée par l'Association des Hôpitaux dans l'est Lémanique, a mis en place un simple programme de gestion des gaz médicaux dans un hôpital de la région de Vivey (190), ce programme comprenait trois activités réalisées par l'équipe de la pharmacie (un contrôle annuel des prises murales pour l'oxygène, la création des directives de gestion des bouteilles de gaz et la rédaction d'un rapport annuel du suivi et des contrôles effectués par les pharmaciens), les résultats ont montré que l'intervention a permis de mettre le réseau des gaz à usage médical de l'hôpital aux normes européennes et que la traçabilité et les audits ont contribué à améliorer la sécurité des patients.

Au Brésil aussi, Amorim et al ont établi des critères de gestion des gaz médicaux et il a été démontré que la présence d'un pharmacien chargé des gaz médicaux et de sa pharmacovigilance est considérée comme un des critères clés de très bonne gestion (191).

Dans notre étude, une majorité de pharmaciens (82.4%) ne savent pas comment est géré l'oxygène au sein de leur établissement. Leur rôle reste limité à l'émission de bons de commande et à la validation des bons de livraison et à la signature de factures. Il est donc essentiel que les modèles que nous avons cités ci-dessus soient pris comme modèle afin d'initier une démarche qualité pour le circuit des gaz médicaux.

Malgré ces manquements, les pharmaciens hospitaliers sont en grande partie (49%) favorables à prendre en charge le circuit de l'oxygène médical au sein de leur établissement de santé tout en demandant une formation continue spécifique (82.4%).

Concernant l'état de connaissance de ces pharmaciens hospitaliers d'Algérie, nous avons identifié le peu de connaissances de ces professionnels concernant les propriétés pharmacologiques ainsi que les consommables nécessaires à l'usage médical de ce gaz. Par conséquent, il nous paraît urgent de procéder à la formation de ces pharmaciens hospitaliers comme ce que nous avons fait à travers la formation CPPH organisée par ASCOP.

En effet, c'est ce qui se pratique en Angleterre, comme en France, afin d'assurer le bon usage de ces gaz médicaux, des formations réglementées par des lois comme l'arrêté du 16 juillet 2015 en France (162). Cela dit, plusieurs universités en France offrent des

formations en oxygénothérapie et dispensation de l'oxygène et 56% des pharmaciens participants à l'étude ARS Champagne Ardenne disent qu'ils ont bénéficié d'une formation en matière gaz médical avec 21% des pharmaciens rapportent avoir utilisé les bonnes pratiques de dispensation à domicile d'oxygène à usage médical comme référentiel.

Puis, la partie de notre travail où nous avons voulu avoir le sentiment de ces pharmaciens ainsi que leur volonté de s'impliquer dans cette gestion de l'oxygène médical, la moitié des participants se sont montrés favorables à cette option. La formation a été la demande la plus pressante pour pouvoir maîtriser le circuit des gaz médicaux.

Ce besoin en formation continue a aussi été exprimé par des pharmaciens marocains lors d'une étude qui a montré que la moitié de ces pharmaciens hospitaliers interrogés ont admis qu'ils ne maîtrisaient pas la gestion des gaz médicaux et ils ont également exprimé un besoin pressant pour être formé aux gaz médicaux (192).

Aussi, nous avons retrouvé une étude similaire menée au Royaume-Uni en 2018 (193), les auteurs Kelly et Lines ont interviewé des patients et des professionnels de la santé sur leurs perceptions sur l'oxygène médical. Les pharmaciens interrogés ont exprimé des inquiétudes concernant l'utilisation de l'oxygène, citant le manque de formation comme étant une barrière et un obstacle pour les professionnels de la santé et la plupart d'entre eux encouragent leurs collègues pharmaciens à prendre un rôle plus actif.

En Europe, un cours sur les gaz médicaux figure dans la directive 85/432/EEC chapitre technologie pharmaceutique qui a été modifiée en 2011 (194). Cette directive vise à la coordination des dispositions législatives, réglementaires et administratives concernant le domaine de pharmacie.

La British Thoracic Society a établi des guides pour améliorer la prescription de l'oxygène (195). Cette société savante recommande également des audits annuels de la prescription d'oxygène (196). Aussi, en Angleterre, une étude publiée en 2010 était menée afin d'améliorer les habitudes de prescription d'oxygène dans les hôpitaux grâce à un programme de formation multidisciplinaire pour les médecins, les infirmiers, les physiothérapeutes et les pharmaciens (197). Tout d'abord, l'introduction des dépliants et d'affiches n'a montré aucune amélioration réelle de l'adhésion à l'oxygénothérapie, puis une deuxième intervention a été conçue, une séance éducative adaptée à chaque discipline, et

l'étude a conclu qu'un programme éducatif multidisciplinaire donnait des meilleurs résultats que l'utilisation de dépliants et d'affiches.

Une étude au Portugal a audité 24 établissements de santé sur leurs adhérence aux guidelines établis par la British Thoracic society (198) et une étude similaire était exécuté en Nouvelle-Zélande dans la région de Waikato (199).

Dans une étude dans l'hôpital Mater Dei à Malte (200) sur le respect et l'application des directives portant sur le bon usage des gaz médicaux , a montré que les prescriptions d'oxygène sont passées de 34,1 % à 76,1 %, l'enregistrement correct du produit et du débit est passé de 23,5 % à 73,9 %, et l'administration correcte de l'oxygène comme prescrit est passée de 7,1 % à 48,9 %.

Aussi, une amélioration de l'adhérence à la prescription d'oxygène a été observée dans une étude menée à l'hôpital central de Birmingham (201) qui avait pour objectif l'amélioration de la qualité de l'oxygénothérapie par l'approche PDSA (Plan -Do- Study -Act) qui est une méthode d'amélioration des processus. Ils ont mis en œuvre une nouvelle intervention, puis ont utilisé l'approche FRAM (Functional Resonance Analysis Method) qui est une méthode d'analyse rétrospective pour évaluer la variabilité des performances et la façon dont les activités du travail sont exécutées pour envisager des nouvelles interventions possibles pour l'amélioration de la prescription et l'administration d'oxygène. Les auteurs ont identifié une relation directe entre le manque de participation des pharmaciens à l'oxygénothérapie et la qualité de la prescription.

Cette relation a été plus explorée dans une étude publiée en 2018 (202) qui suivit un programme PDSA en cinq cycles pour améliorer la qualité de la prescription d'oxygène dans le service de pneumologie des hôpitaux britanniques. Le quatrième cycle d'intervention consistait à demander au pharmacien du service d'inscrire la prescription d'oxygène sur le dossier médical du patient et à mettre en évidence les cas où le patient n'avait pas de prescription valide. Cela a entraîné une augmentation significative des débits d'oxygène et des équipements de distribution enregistrés dans les dossiers des patients.

De même, en 2021 dans un hôpital britannique, une étude a visé à améliorer la prescription d'oxygène en mettant en œuvre un programme PDSA à trois cycles dans deux services différents. Le deuxième cycle du processus au niveau de service A impliquait une intervention par un e-mail envoyé au pharmacien du service lui demandant de vérifier que

la prescription d'oxygène dans le dossier du patient était remplie. Cela a entraîné une augmentation des prescriptions d'oxygène efficaces de 47,1 % à 55,9 % et une augmentation du nombre des patients dans leur saturation cible de 66,7 % à 77,8 % (203).

Par conséquent, la formation et l'information sur les propriétés pharmacologiques et techniques de l'oxygène médical sont d'autant plus justifiées que l'intervention des pharmaciens s'est relevé efficace dans les études précédentes.

Concernant la dernière étape de notre étude quant à l'évaluation des connaissances acquises après la formation que nous avons élaborée pour les pharmaciens inscrits au CPPH les résultats ont été sans équivoque.

Tout d'abord, une majorité des pharmaciens hospitaliers à 81% ont trouvé que le cours a répondu à leurs attentes avec 93% d'entre eux qui ont vu leur connaissance améliorée. Cela montre l'importance et l'utilité de la formation continue et plus précisément sur une thématique méconnue comme celle des gaz médicaux. L'humanité doit s'habituer à vivre avec cette pandémie de la COVID-19 est donc il va falloir adapter nos moyens afin de répondre favorablement pour une meilleure prise en charge des futurs patients contaminés.

Dans l'optique de proposer une formation continue sur le sujet de l'oxygénothérapie, notre travail a permis d'identifier les points d'améliorations que les pharmaciens hospitaliers ont besoin.

Par exemple, sur le plan pharmacologique, les effets indésirables de l'oxygène médical étaient initialement méconnus et à hauteur de 50%. La formation a permis d'améliorer ce taux pour passer à 19%. En ce qui concerne les précautions d'emploi, une grande partie des pharmaciens sondés (45%) ne connaissaient aucune précaution d'emploi et après notre cours ce taux est passé à moins de 22% (durée du traitement).

Notre intervention auprès des pharmaciens a permis de définir et de faire la différence entre les types d'oxygénothérapie et leurs indications. Le taux passant de 45% - 49% de méconnaissance à 0% et donc les apprenants ont su l'existence et la différence entre l'ONB et l'OHB.

Concernant les saturations cibles pour les pathologies qui nécessitent une oxygénothérapie comme la BPCO et la COVID-19, se sont améliorées pour être respectivement à 70% et à 51%.

Ces chiffres que nous exposons dans notre étude, concernant la connaissance et la formation, ne font que confirmer les résultats de l'équipe de Rousse MJ qui conclut que la formation continue est une approche qui facilite l'acquisition de nouvelle compétence et a fait ses preuves depuis longtemps face au développement rapide et continu de la pratique pharmaceutique (204). Elle est recommandée au niveau international, un rapport global de 2014 publié par la Fédération internationale pharmaceutique des Pays-Bas (205) à encourager les différentes sociétés et organisations à proposer une formation continue aux pharmaciens. D'ailleurs dans la plupart des pays, la formation continue est une obligation légale pour les soignants comme en Algérie selon l'article 170 de la loi sanitaire 18-11 du 2 Juillet 2018 (177), en France selon l'article R4021-4- de code de santé publique (206) et en Belgique (207) et au Canada (208) pour ne citer que quelques exemples.

Limites de l'étude :

Comme toute étude, notre travail a ses limites et nous avons relevé quelques-unes qui relativiseront nos résultats. Nous citerons les points suivants :

- L'état des lieux du circuit et de la gestion de l'oxygène n'a concerné qu'un seul grand établissement, le CHU Tlemcen mais le feedback sommaire que nous avons eu des pharmaciens à l'échelle nationale de l'association ASCOP faisait ressortir une gestion similaire entre les grands CHU.
- Le nombre de wilayas représentant notre échantillon 20 sur les 58 existantes nous motive à élargir notre enquête à ces autres territoires.
- Nous n'avons pas fait un réel pré et post test comme ce qui se fait dans les évaluations pédagogiques. Cela s'explique par le fait que nous n'étions pas sûrs de pouvoir réaliser cet objectif secondaire et la disponibilité des apprenants tout au long du CPPH.

CONCLUSION

L'oxygène est un gaz médical qui a le statut AMM et largement utilisé en thérapie pour corriger l'hypoxémie. Pendant la pandémie, alors que la demande en oxygène s'est accrue, sa gestion est devenue une préoccupation pour le pharmacien hospitalier qui est retrouvé à le gérer sans connaître ses propriétés et comment sécuriser son circuit qui était longtemps source de contrainte à cause de la nature complexe de ce gaz.

Notre travail a fait le point sur les pratiques de gestion de l'oxygène médical en Algérie en prenant l'exemple de Tlemcen. Cette enquête nous a permis de déterminer que la partie organisationnelle du cycle de gestion de l'oxygène médical (approvisionnement, réception, stockage, rétrocession) était non conforme aux recommandations de BPPH et que le rôle du pharmacien se limitait à l'approvisionnement sans intervenir dans le circuit et le contrôle de l'oxygène.

D'autre part, l'enquête sur les connaissances des pharmaciens algériens montre que les pharmaciens connaissent peu les propriétés pharmacologiques, les indications de l'oxygénothérapie et les consommables délivrant ce produit. Ces disparités soulignent la nécessité d'une formation pour ces professionnels de santé.

La formation continue que nous avons réalisée, à travers l'association ASCOP sur l'oxygène médical, a eu un impact certain sur l'amélioration des connaissances des pharmaciens hospitaliers vis-à-vis de ce produit pharmaceutique.

Perspectives:

Les perspectives que nous voyons comme continuité de notre travail sont :

- ✓ Travailler à mettre en place un modèle de commission pluridisciplinaire au CHU Tlemcen avec établissement d'un guide de Bonnes Pratiques Hospitalières pour les Gaz Médicaux en collaborations avec les anesthésistes.
- ✓ Valider notre cours sur l'oxygénothérapie afin de le proposer à l'échelle nationale pour les pharmaciens désireux de se former sur cette thématique

Bibliographie

1. WHO model list of essential medicines - 22nd list, 2021 [Internet]. [cité 8 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-MHP-HPS-EML-2021.02>
2. En Algérie, le système de santé est submergé par le variant Delta. Le Monde.fr [Internet]. 29 juill 2021 [cité 8 juin 2022]; Disponible sur: https://www.lemonde.fr/afrique/article/2021/07/29/en-algerie-le-systeme-de-sante-est-submerge-par-le-variant-delta_6089865_3212.html
3. Algérie : le variant Delta provoque une course à l'oxygène – Jeune Afrique [Internet]. JeuneAfrique.com. [cité 8 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.jeuneafrique.com/1209897/politique/algerie-le-variant-delta-provoque-une-course-a-loxygene/>
4. Wood MH, Hailwood M, Koutelos K. Reducing the risk of oxygen-related fires and explosions in hospitals treating Covid-19 patients. *Process Saf Environ Prot Trans Inst Chem Eng Part B*. sept 2021;153:278- 88.
5. Deadly fire tears through Baghdad Covid-19 hospital after oxygen tank explodes [Internet]. France 24. 2021 [cité 8 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.france24.com/en/middle-east/20210425-deadly-fire-tears-through-baghdad-covid-19-hospital-after-oxygen-tank-explodes>
6. 22 killed in Bhubaneswar's SUM Hospital fire - The Hindu [Internet]. [cité 9 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.thehindu.com/news/national/22-killed-in-Bhubaneswars-SUM-Hospital-fire/article16074835.ece>
7. Herve-Bazin M, Durand D, Cardona F, Maison P. MEDICATION ERRORS RELATED TO THE ADMINISTRATION OF MEDICINAL GASES IN FRANCE: ONE OF THE 12 FRENCH NEVER EVENTS. ANSM.
8. Heffner JE. The Story of Oxygen. *Respir Care* [Internet]. 1 janv 2013 [cité 11 juin 2022];58(1):18- 31. Disponible sur: <https://rc.rcjournal.com/content/58/1/18>
9. Emsley J, Emsley SW in R in the CDJ. *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*. Oxford University Press; 2001. 553 p.
10. Universalis E. OXYGÈNE [Internet]. Encyclopædia Universalis. [cité 17 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/oxygene/>
11. Larousse É. appareil respiratoire - LAROUSSE [Internet]. [cité 11 avr 2022]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/appareil_respiratoire/87840

12. Atlas of Human Anatomy - Frank Henry Netter. Disponible sur:
https://books.google.dz/books?id=EevktAEACAAJ&dq=atlas+of+human+anatomy+frank+h+netter&hl=fr&sa=X&redir_esc=y
13. Rouvière H, Delmas A. Anatomie humaine: descriptive, topographique et fonctionnelle. Tronc. 11^e éd. Masson et Cil; 1974. 686 p.
14. Lebeau (médecin.) B. PNEUMOLOGIE. ELLIPSES ,1991. PARIS: Ellipses; 1991. 256 p.
15. Larousse É. alvéole pulmonaire - LAROUSSE [Internet]. [cité 11 avr 2022]. Disponible sur:
https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/alv%C3%A9ole_pulmonaire/11078
16. respiration - LAROUSSE [Internet]. [cité 12 avr 2022]. Disponible sur:
<https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/respiration/15842>
17. Sherwood L. Physiologie humaine: 2ème édition révisée et mise à jour. De Boeck université; 2000. 674 p.
18. Silbernagl S, Despopoulos A. Atlas de poche de physiologie. Flammarion médecine-sciences; 2001. 436 p.
19. Larousse É. hématoxémie - LAROUSSE [Internet]. [cité 12 avr 2022]. Disponible sur:
<https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/h%C3%A9matox%C3%A9mie/13490>
20. Gilbert HF. Basic Concepts in Biochemistry: A Student's Survival Guide. McGraw Hill Professional; 2000. 366 p.
21. Reyt V. L'oxygène à l'officine. Actual Pharm [Internet]. 1 nov 2017 [cité 30 sept 2021];56(570):44- 6. Disponible sur:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0515370017303609>
22. Caillot C. L'oxygène à usage médical: dispensation, indications, toxicité, rôle du pharmacien [Internet]. UHP - Université Henri Poincaré; 2004 [cité 11 juin 2022]. p. non renseigné. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01731878>
23. Giraud C. Les bouteilles d'oxygène à détendeur intégré. Ann Fr Anesth Réanimation 1 avr 2003 [cité 18 avr 2022];22(4):301- 11.
24. World Health Organization, Fund (UNICEF) UNC. WHO-UNICEF technical specifications and guidance for oxygen therapy devices [Internet]. World Health Organization; 2019 [cité 18 avr 2022]. viii, 149 p. Disponible sur:
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/329874>

25. Oussama -Djilat Abdelkader- Khamadj. Étude théorique sur les concentrateurs d'oxygène à usage médicale [Internet] [Thesis]. 2021 [cité 28 avr 2022]. Disponible sur: <https://dspace.univ-bba.dz:443/xmlui/handle/123456789/1204>
26. Organisation mondiale de la Santé. Spécifications techniques pour les concentrateurs d'oxygène [Internet]. Genève: Organisation mondiale de la Santé; 2016 [cité 17 avr 2022]. 62 p. (Série technique de l'OMS sur les dispositifs médicaux). Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/251752>
27. Larousse É. pharmacopée - LAROUSSE [Internet]. [cité 18 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/pharmacop%C3%A9e/15319>
28. OXYPURE DS - Générateur d'oxygène de process by NOVAIR - OXYPLUS TECHNOLOGIES | DirectIndustry [Internet]. [cité 18 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.directindustry.fr/prod/novair-oxyplus-technologies/product-7439-2236377.html>
29. Europe - Oxygène à 98 pour cent : pour mieux répondre aux besoins, la Ph. Eur. lance une consultation publique sur une nouvelle qualité d'oxygène - RIS.WORLD [Internet]. [cité 18 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.ris.world/europe-oxygene-a-98-pour-cent-pour-mieux-repondre-aux-besoins-la-ph-eur-lance-une-consultation-publique-sur-une-nouvelle-qualite-doxygene/>
30. Loi n° 08-13 du 20 juillet 2008 modifiant et complétant la loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé. Journal officiel, n° 44 de 03 aout 2008. p. 3- 9.
31. Résumé des caractéristiques du produit - OXYGENE MEDICINAL LIQUIDE SOMAL, gaz pour inhalation, pour évaporateur fixe - Base de données publique des médicaments [Internet]. [cité 16 sept 2021]. Disponible sur: <https://base-donnees-publique.medicaments.gouv.fr/affichageDoc.php?specid=60061449&typedoc=R>
32. Baele P. Le transport de l'Oxygène par le sang. :90.
33. Storz JF. Hemoglobin: Insights Into Protein Structure, Function, and Evolution. Oxford University Press; 2019. 237 p.
34. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. Thorax [Internet]. 1 juin 2017 [cité 23 avr 2022];72(Suppl 1):ii1 - 90. Disponible sur: https://thorax.bmj.com/content/72/Suppl_1/ii1
35. Organisation mondiale de la santé. Oxygénothérapie pour les enfants : manuel à l'usage des agents de santé. Genève: Organisation mondiale de la santé; 2017. 64 p.

36. Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease: a clinical trial. Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group - PubMed [Internet]. [cité 18 avr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6776858/>
37. Melloni B, Samptiaux P. Principales indications, modalités de traitement et questions non résolues de l'oxygénothérapie de longue durée à domicile. Elsevier [Internet]. 2008 [cité 18 avr 2022]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/185102/principales-indications-sc-modalites-de-traitement-e>
38. Jacobs SS, Krishnan JA, Lederer DJ, Ghazipura M, Hossain T, Tan AYM, 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*. 15 nov 2020;202(10):e121- 41.
39. Organisation mondiale de la Santé. Prise en charge clinique de la COVID-19 : orientations provisoires, 27 mai 2020 [Internet]. Organisation mondiale de la Santé; 2020 [cité 17 avr 2022]. Report No.: WHO/2019-nCoV/clinical/2020.5. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332437>
40. COVID-19_Bonne_utilisation_oxygene_sortieHopital_et_MRS_FR.pdf [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: https://covid-19.sciensano.be/sites/default/files/Covid19/COVID-19_Bonne_utilisation_oxygene_sortieHopital_et_MRS_FR.pdf
41. Mustapha CHU. Prise en charge des patients COVID-19. CHU Mustapha. 2020 [cité 3 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.chu-mustapha.dz/prise-en-charge-des-patients-covid-19/>
42. Elkharrat D, Raphael JC, Korach JM, Jars-Guinestre MC, Chastang C, Harboun C, et al. Acute carbon monoxide intoxication and hyperbaric oxygen in pregnancy. *Intensive Care Med*. 1991;17(5):289- 92.
43. Gardès-Albert M, Bonnefont-Rousselot D, Abedinzadeh Z. Espèces réactives de l'oxygène. :6.
44. Slutsky AS. Mechanical ventilation. American College of Chest Physicians' Consensus Conference. *Chest*. déc 1993;104(6):1833- 59.
45. Masson E. Syndrome de détresse respiratoire aiguë après oxygénothérapie hyperbare prolongée : un cas d'intoxication pulmonaire à l'oxygène ? [Internet]. EM-Consulte. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/7264/syndrome-de-detresse-respiratoire-aigue-apres-oxyg>
46. Jobe AH. The new bronchopulmonary dysplasia. *Curr Opin Pediatr*. avr 2011;23(2):167- 72.

47. Dysplasie bronchopulmonaire - Pédiatrie [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 15 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/p%C3%A9diatrie/probl%C3%A8mes-respiratoires-chez-les-nouveaux-n%C3%A9s/dysplasie-bronchopulmonaire>
48. Mathieu D, Oriani G, Marroni A, Wattel F, éditeurs. Handbook on Hyperbaric Medicine [Internet]. Dordrecht: Springer Netherlands; 2006 [cité 15 avr 2022]. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/1-4020-4448-8>
49. Ducassé J, Grandjean B. Oxygène et plongée. RBM-News [Internet]. 1 janv 1995 [cité 15 avr 2022];17(7):196- 200. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0222077696895095>
50. Effect of Oxygen on Developing Retinal Vessels with Particular Reference to the Problem of Retrolental Fibroplasia
51. Barbaz M, Guillon A. Hypercapnie induite par l'oxygénothérapie : mythe ou réalité ? Réanimation [Internet]. 1 janv 2012 [cité 13 avr 2022];21(1):73 - 9. Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/s13546-011-0439-4>
52. Abdo WF, Heunks LM. Oxygen-induced hypercapnia in COPD: myths and facts. Crit Care [Internet]. 29 oct 2012 [cité 19 sept 2021];16(5):323. Disponible sur: <https://doi.org/10.1186/cc11475>
53. Mesure des gaz du sang ou gazométrie artérielle [Internet]. [cité 13 avr 2022]. Disponible sur: http://pneumocourlancy.fr/page_gaz_du_sang.html
54. Acidose respiratoire - Troubles endocriniens et métaboliques [Internet]. Édition professionnelle du Manuel MSD. [cité 13 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-endocriniens-et-m%C3%A9taboliques/r%C3%A9gulation-et-troubles-acido-basiques/acidose-respiratoire>
55. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. Anesthesiology. avr 2005;102(4):838- 54.
56. Larousse É. atélectasie - LAROUSSE [Internet]. [cité 15 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/at%C3%A9lectasie/11409>
57. Atélectasie - Troubles pulmonaires et des voies aériennes [Internet]. Manuels MSD pour le grand public. [cité 15 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-pulmonaires-et-des-voies-a%C3%A9riennes/bronchectasie-et-at%C3%A9lectasie/at%C3%A9lectasie>
58. Marcy TW. Barotrauma: detection, recognition, and management. Chest. août 1993;104(2):578- 84.

59. Larousse É. pneumothorax - LAROUSSE [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/pneumothorax/3432>
60. Craven DE, Lichtenberg DA, Goularte TA, Make BJ, McCabe WR. Contaminated medication nebulizers in mechanical ventilator circuits. Source of bacterial aerosols. *Am J Med.* nov 1984;77(5):834- 8.
61. Riquena B, Monte L de FV, Lopes AJ, Silva-Filho LVRF da, Damaceno N, Aquino E da S, et al. Microbiological contamination of nebulizers used by cystic fibrosis patients: an underestimated problem. *J Bras Pneumol Publicacao Of Soc Bras Pneumol E Tisiologia.* 30 mai 2019;45(3):e20170351.
62. Jarvis S, Ind PW, Thomas C, Goonesekera S, Haffenden R, Abdolrasouli A, et al. Microbial contamination of domiciliary nebulisers and clinical implications in chronic obstructive pulmonary disease. *BMJ Open Respir Res.* 2014;1(1):e000018.
63. Pangas-A06-manipulation-des-liquides-cryogeniques-f_tcm557-177241.pdf [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: https://www.pangas.ch/fr/images/pangas-A06-manipulation-des-liquides-cryogeniques-f_tcm557-177241.pdf
64. Parrot A, Gibelin A, Issoufaly T, Voiriot G, Djibré M, Naccache JM, et al. Toxicité pulmonaire des médicaments : ce que le réanimateur doit connaître ? Schnell D, Charles PE, éditeurs. *Médecine Intensive Réanimation* [Internet]. janv 2018 [cité 17 avr 2022];27(1):45- 56. Disponible sur: <https://rea.revuesonline.com/10.3166/rea-2018-0012>
65. BLEOMYCINE BELLON [Internet]. VIDAL. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/medicaments/gammes/bleomycine-bellon-18701.html>
66. Berend N. The effect of bleomycin and oxygen on rat lung. *Pathology (Phila).* avr 1984;16(2):136- 9.
67. Sogal RN, Gottlieb AA, Boutros AR, Ganapathi RR, Tubbs RR, Satariano P, et al. Effect of oxygen on bleomycin-induced lung damage. *Cleve Clin J Med.* déc 1987;54(6):503- 9.
68. Hay J, Shahzeidi S, Laurent G. Mechanisms of bleomycin-induced lung damage. *Arch Toxicol.* 1991;65(2):81- 94.
69. AMIODARONE MYLAN [Internet]. VIDAL. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/medicaments/gammes/amiodarone-mylan-41970.html>
70. Papiris SA, Triantafillidou C, Kolilekas L, Markoulaki D, Manali ED. Amiodarone: review of pulmonary effects and toxicity. *Drug Saf.* 1 juill 2010;33(7):539- 58.

71. Is amiodarone an underrecognized cause of acute respiratory failure in the ICU? - PubMed [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11451849/>
72. Sharma U, Deb A, Iwuji K, Duangkham S, Cavazos A, Morataya C, et al. ACUTE RESPIRATORY FAILURE DUE TO AMIODARONE AND SUPPLEMENTAL OXYGEN INTERACTION. CHEST [Internet]. 1 oct 2021 [cité 5 juill 2022];160(4):A901 - 2. Disponible sur: [https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(21\)02291-1/abstract](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(21)02291-1/abstract)
73. Amiodarone and oxygen Interactions Checker [Internet]. Drugs.com. [cité 5 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.drugs.com/drug-interactions/amiodarone-with-oxygen-167-0-2840-0.html?professional=1>
74. Kabbara WK, Kordahi MC. Nitrofurantoin-induced pulmonary toxicity: A case report and review of the literature. J Infect Public Health. août 2015;8(4):309- 13.
75. Whelan H, Kindwall E. Hyperbaric Medicine Practice -4th EDITION- [Internet]. 4th éd. Vol. 9. BEST PUBLISHING COMPANY; 2017 [cité 17 avr 2022]. 253- 302 p. Disponible sur: https://books.google.dz/books/about/Hyperbaric_Medicine_Practice.html?id=7mJPtAEACAAJ&redir_esc=y
76. Ecollan P. L'oxygène : ami ou ennemi ? J Eur Urgences Réanimation [Internet]. 1 mars 2012 [cité 15 avr 2022];24(1):15- 22. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221142381200003X>
77. Bus JS, Gibson JE. Paraquat: model for oxidant-initiated toxicity. Environ Health Perspect. avr 1984;55:37- 46.
78. Hampson NB, Piantadosi CA, Thom SR, Weaver LK. Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning. Am J Respir Crit Care Med. 1 déc 2012;186(11):1095- 101.
79. Grote W, Wagner WD. [Malformations in rabbits following hyperbaric oxygenation]. Klin Wochenschr. 1 mars 1973;51(5):248 - 50.
80. RES-2002_Manual_Liquid-Oxygen_ONLINE_10-19_v25_FNL (1).pdf [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: [https://fs.hubspotusercontent00.net/hubfs/8949755/Resource%20Center/Patient%20Education/RES-2002_Manual_Liquid-Oxygen_ONLINE_10-19_v25_FNL%20\(1\).pdf](https://fs.hubspotusercontent00.net/hubfs/8949755/Resource%20Center/Patient%20Education/RES-2002_Manual_Liquid-Oxygen_ONLINE_10-19_v25_FNL%20(1).pdf)
81. Galligan CJ, Markkanen PK, Fantasia LM, Gore RJ, Sama SR, Quinn MM. A growing fire hazard concern in communities: home oxygen therapy and continued

- smoking habits. *New Solut J Environ Occup Health Policy NS*. févr 2015;24(4):535- 54.
82. Moslander C, Lat T, Giri B, Pattison R, Coppin JD, Bhat UM. Long-Term Oxygen Therapy and Risk of Fire-Related Events. *Fed Pract Health Care Prof VA DoD PHS*. oct 2020;37(10):442- 6.
83. Lacasse Y, Légaré M, Maltais F. E-cigarette use in patients receiving home oxygen therapy. *Can Respir J J Can Thorac Soc* [Internet]. 2015 [cité 16 avr 2022];22(2):83- 5. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4390016/>
84. McDonald CF, Whyte K, Jenkins S, Serginson J, Frith P. Clinical Practice Guideline on Adult Domiciliary Oxygen Therapy: Executive summary from the Thoracic Society of Australia and New Zealand. *Respirol Carlton Vic* [Internet]. janv 2016 [cité 16 avr 2022];21(1):76- 8. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4738443/>
85. Les risques liés à l'Oxygène (O2) [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.detecta.fr/2018/09/03/les-risques-lies-a-loxygene-o2/>
86. Battu V. L'oxygénothérapie à domicile : appareillage, manipulations, indications et précautions d'emploi. *Actual Pharm* [Internet]. mars 2013 [cité 20 sept 2021];52(524):53- 6. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0515370013000852>
87. IGS-TS-A04-16-f_Enrichissement_en_oxygene_-_manque_d_oxygene.pdf [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: https://westfalen.com/fileadmin/user_upload/Website_Schweiz/Download/IGS-Sicherheitsempfehlungen/IGS-TS-A04-16-f_Enrichissement_en_oxygene_-_manque_d_oxygene.pdf
88. Oxygénothérapie hyperbare (OHB) et normobare : quelles différences ? [Internet]. Orkyn. 2018 [cité 28 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.orkyn.fr/insuffisance-respiratoire/oxygenotherapie-hyperbare-ohb-normobare-quelles-differences>
89. Larousse É. insuffisance respiratoire - LAROUSSE [Internet]. [cité 12 avr 2022]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/insuffisance_respiratoire/187704
90. Vincent JL, éditeur. Insuffisance respiratoire aiguë. In: *Le manuel de réanimation, soins intensifs et médecine d'urgence* [Internet]. Paris: Springer; 2009 [cité 11 avr 2022]. p. 67- 146. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-2-287-99033-5_3

91. Frat JP. Impact clinique des techniques non-invasives d'oxygénation au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë [Internet] [phdthesis]. Université de Poitiers; 2019 [cité 11 avr 2022]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02538259>
92. Caubel A. Insuffisance respiratoire aiguë: diagnostic et traitement aux urgences. Réanimation [Internet]. 1 déc 2006 [cité 28 sept 2021];15(7):523- 32. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1624069306001484>
93. Jébrak G. Insuffisance respiratoire aiguë. Démarches diagnostique et thérapeutique. EMC - Médecine [Internet]. déc 2004 [cité 12 avr 2022];1(6):534- 46. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1762419304001006>
94. Niang A, Ba P, Mbaye Sagna M, Ndao-Fall A, Ba-Fall K. Évaluation de l'oxygénothérapie de longue durée chez les patients suivis pour insuffisance respiratoire chronique a Dakar. Rev Mal Respir [Internet]. 1 janv 2016 [cité 28 sept 2021];33:A180. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0761842515007329>
95. Niang A, Ba P, Mbaye Sagna M, Ndao-Fall A, Ba-Fall K. Évaluation de l'oxygénothérapie de longue durée chez les patients suivis pour insuffisance respiratoire chronique a Dakar. Rev Mal Respir [Internet]. 1 janv 2016 [cité 28 sept 2021];33:A180. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0761842515007329>
96. Lobè C, Québec (Province), Agence d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé. Y-a-t-il une place pour l'oxygénothérapie à domicile dans la prise en charge de l'apnée obstructive du sommeil?: rapport. Montréal: Agence d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé; 2010.
97. Mouchaty EN, Buxeraud J. Le syndrome d'apnées-hypopnées obstructives du sommeil. Actual Pharm [Internet]. mars 2015 [cité 29 sept 2021];54(544):32- 5. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0515370014005369>
98. Larousse É. insuffisance cardiaque ou défaillance cardiaque - LAROUSSE [Internet]. [cité 13 avr 2022]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/insuffisance_cardiaque/13918
99. Potton L, Ara-Somohano C, Schwebel C, Timsit JF. L'insuffisance cardiaque aiguë aux urgences. J Eur Urgences Réanimation [Internet]. juin 2013 [cité 9 nov 2021];25(2):65- 73. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221142381300028X>
100. Tartière J. Traitement médical de l'insuffisance cardiaque aiguë décompensée. Réanimation [Internet]. mars 2004 [cité 9 nov 2021];13(2):136- 46. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S162406930400009X>

101. Larousse É. algie faciale - LAROUSSE [Internet]. [cité 13 avr 2022]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/algie_faciale/11049
102. Mawet J. Algie vasculaire de la face : diagnostic et traitement. *Prat Neurol - FMC* [Internet]. 1 mai 2021 [cité 29 sept 2021];12(2):116- 20. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878776221000340>
103. Donnet A, Valade D, Fontaine D. Traitements de l'algie vasculaire de la face. *Presse Médicale* [Internet]. 1 nov 2015 [cité 13 avr 2022];44(11):1188- 92. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0755498215004467>
104. Houvain M. Maintien à domicile et personnes âgées : Evaluation, place et rôle du pharmacien d'officine dans la prise en charge. Applications aux pathologies les plus fréquemment rencontrées chez la personne âgée. [Internet] [other]. UHP - Université Henri Poincaré; 2010 [cité 13 avr 2022]. p. non renseigné. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732857>
105. Asthme - symptômes, causes, traitements et prévention [Internet]. VIDAL. 2021 [cité 29 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/asthme.html>
106. asthme - LAROUSSE [Internet]. [cité 13 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/asthme/11400>
107. Joye F, Marion F, Broche C, Plaisance P, Guitteny S. Conduite à tenir devant une crise d'asthme aigu grave de l'adulte. *Presse Médicale* [Internet]. 1 nov 2005 [cité 13 avr 2022];34(19, Part 1):1375- 83. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0755498205841958>
108. Larousse É. bronchopneumopathie chronique obstructive BPCO - LAROUSSE [Internet]. [cité 15 avr 2022]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/bronchopneumopathie_chronique_obstructive/185227
109. Similowski T, Muir JF, Derenne JP. La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO). John Libbey Eurotext; 2004. 292 p.
110. La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) - Thomas Similowski, Jean-François Muir, Jean-Philippe Derenne - Google Livres [Internet]. 2021 [cité 30 sept 2021].
111. Larousse É. coronavirus - LAROUSSE [Internet]. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/coronavirus/187450>

112. Les traitements contre la COVID-19 [Internet]. VIDAL. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.vidal.fr/maladies/voies-respiratoires/coronavirus-covid-19/traitements.html>
113. Smondack P, Gravier FÉ, Prieur G, Repel A, Muir JF, Cuvelier A, et al. Kinésithérapie et COVID-19 : de la réanimation à la réhabilitation à domicile. Synthèse des recommandations internationales. Rev Mal Respir [Internet]. déc 2020 [cité 30 sept 2021];37(10):811- 22. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0761842520302679>
114. Siatka C, Berta P. Le virus SARS-CoV-2 et la maladie Covid-19 : données moléculaires. Salles Propres [Internet]. avr 2020 [cité 30 sept 2021]; Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02547282>
115. Nau A, Hadj M, Raux M. Complications respiratoires postopératoires. Prat En Anesth Réanimation [Internet]. 1 avr 2016 [cité 14 avr 2022];20(2):66- 72. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1279796016000334>
116. Favory R, Poissy J, Parmentier E, Mathieu D. Intoxication au monoxyde de carbone et place de l'oxygénothérapie hyperbare. Médecine Intensive Réanimation [Internet]. 11 nov 2011 [cité 12 juin 2022];20(6):493- 501. Disponible sur: <https://revue-mir.srlf.org/index.php/mir/article/view/177>
117. Debue-Barazer C. La gangrène gazeuse pendant la Première Guerre mondiale (Front occidental). Ann Démographie Hist [Internet]. 2002 [cité 12 juin 2022];103(1):51- 70. Disponible sur: <https://www.cairn.info/revue-Annales-de-demographie-historique-2002-1-page-51.htm>
118. A. Meunier, P. Clavel, K. Aubry, J. Lerat. Une surdité brusque bilatérale, secondaire à une hémorragie labyrinthique. Ann Fr Oto-Rhino-Laryngol Pathol Cervico-Faciale [Internet]. mai 2019;805(1):3. Disponible sur: [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879-7261\(19\)30130-5](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879-7261(19)30130-5)
119. Gottrup F. Oxygen in wound healing and infection. World J Surg. mars 2004;28(3):312- 5.
120. Louge P, Gempp E, Constantin P, Hugon M. Prise en charge des accidents de décompression médullaire en plongée sous-marine : actualités en 2010. Presse Médicale [Internet]. 1 juill 2010 [cité 12 juin 2022];39(7):778- 85. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S075549821000271X>
121. Perrin R. Oxygénation par lunettes nasales et effets sur la FiO2 et la gazométrie artérielle chez le chien sain. :154.

122. Lunettes à oxygène [Internet]. [cité 1 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.flexicare.com/fr/product/lunettes-a-oxygene/>
123. Tinsa F, Bel Hadj I, Khalsi F, Ben Romdhane M, Trabelsi I, Brini I, et al. Apport de l'oxygénothérapie avec lunettes nasales à haut débit dans la prise en charge de la bronchiolite sévère. *Perfect En Pédiatrie* [Internet]. 1 juin 2019 [cité 14 mai 2022];2(2):183. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2588932X19300671>
124. Pensier J, Deffontis L, Aarab Y, Monet C, Capdevila M, Jaber S, et al. Oxygénothérapie à haut débit en périopératoire : quelles données ? *Anesth Réanimation* [Internet]. 1 mars 2021 [cité 7 juin 2022];7(2):161- 72. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352580021000113>
125. Nicolet J, Poulard F, Baneton D, Rigal JC, Blanloeil Y. Oxygénation nasale à haut débit pour hypoxémie après chirurgie cardiaque. *Ann Fr Anesth Réanimation* [Internet]. avr 2011 [cité 1 oct 2021];30(4):331- 4. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0750765811000499>
126. O'Driscoll BR, Howard LS, Davison AG. BTS guideline for emergency oxygen use in adult patients. *Thorax* [Internet]. 1 oct 2008;63(Suppl 6):vi1. Disponible sur: http://thorax.bmj.com/content/63/Suppl_6/vi1.abstract
127. Milési C, Boubal M, Jacquot A, Baleine J, Pons-Odena M, Cambonie G. Les lunettes nasales à haut débit : nouvelle modalité d'oxygénothérapie ou nouvel outil de ventilation non invasive en réanimation pédiatrique ? *Réanimation* [Internet]. sept 2014 [cité 30 sept 2021];23(5):517- 22. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/s13546-014-0919-4>
128. Brunner LS, Smeltzer S, Bare B, Suddarth DS. Soins infirmiers en médecine et chirurgie 2: Fonctions respiratoire, cardiovasculaire et hématologique. De Boeck Supérieur; 2011. 782 p.
129. Mashayeki S, Houbbron J, Duprez F, Barile M, Thierry B, Vantrimpont F. Étude du rebreathing dans le masque double trunk mask. *Rev Mal Respir - REV MAL RESPIR*. 31 janv 2007;24:144- 144.
130. Meurice JC, Antone E, Gilbert M, Watrin A, Bironneau V. Syndrome d'apnées obstructives du sommeil : le traitement par pression positive continue. *Presse Médicale* [Internet]. 1 avr 2017 [cité 20 avr 2022];46(4):423- 31. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0755498217301343>
131. Stoltzfus S. The Role of Noninvasive Ventilation: CPAP and BiPAP in the Treatment of Congestive Heart Failure. *Dimens Crit Care Nurs* [Internet]. avr 2006 [cité 20 avr 2022];25(2):66- 70. Disponible sur: https://journals.lww.com/dccjournal/Abstract/2006/03000/The_Role_of_Noninvasive_Ventilation__CPAP_and.6.aspx

132. Ho KM, Wong K. A comparison of continuous and bi-level positive airway pressure non-invasive ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. Crit Care [Internet]. 27 mars 2006 [cité 20 avr 2022];10(2):R49. Disponible sur: <https://doi.org/10.1186/cc4861>
133. Éditions Larousse. oxygénothérapie - LAROUSSE [Internet]. [cité 3 mars 2022]. Disponible sur: oxygénothérapie - LAROUSSE
134. Caron Salloum A, Rakza T, Diependaele JF, Depoortere MH, Delepouille F, Storme L. Risque d'accumulation du CO2 lors de l'oxygénothérapie sous enceinte « HOOD » (Étude expérimentale sur banc d'essai). Ann Fr Anesth Réanimation [Internet]. 1 oct 2011 [cité 23 avr 2022];30(10):718- 21. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0750765811001705>
135. Ravussin P, Freeman J. A new transtracheal catheter for ventilation and resuscitation. Can Anaesth Soc J [Internet]. janv 1985 [cité 9 nov 2021];32(1):60- 4. Disponible sur: <http://link.springer.com/10.1007/BF03008540>
136. Anderhub H, Bloch K, Frey M, Frey JG, Gfeller J, Hammer J, et al. Lignes directrices 2006 pour l'oxygénothérapie de longue durée à domicile. Forum Méd Suisse – Swiss Med Forum. 17 janv 2007;7.
137. Chouikh C, Moqaddem AE, Benmakhlouf A, Naanaa S, koraichi AE, kettani SE, et al. Migration trachéale d'une canule de trachéotomie: complication exceptionnelle. Pan Afr Med J [Internet]. 2014 [cité 9 nov 2021];18. Disponible sur: <http://www.panafrican-med-journal.com/content/article/18/41/full/>
138. Francès P, Cavailhes T, Guilliey A, Llanta B. L'oxymètre de pouls. Aide-Soignante [Internet]. 1 juin 2021 [cité 25 avr 2022];35(228):24- 5. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1166341321001433>
139. Chaniaud N, Loup-Escande E, Métayer N, Megalakaki O. Effets des manuels d'utilisation sur l'utilisabilité des dispositifs médicaux : Les cas d'un tensiomètre et d'un oxymètre de pouls. 2019.
140. Larousse É. examen des gaz du sang ou gazométrie artérielle - LAROUSSE [Internet]. [cité 26 avr 2022]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/examen_des_gaz_du_sang/13280
141. Top Oxygen Suppliers and Companies in the USA and Globally [Internet]. [cité 18 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/oxygen-suppliers-companies>
142. Global Oxygen Market Size, Share, Forecast 2021- 2028 Research Report: Facts & Factors [Internet]. [cité 18 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.fnfresearch.com/oxygen-market>

143. <https://kreo-agency.com>. LINDE, CALGAZ, SIDAL, AURÈS GAZ, TOSYALI, AQS, COGIZ : Ces opérateurs qui fournissent l’oxygène aux hôpitaux - Actualités [Internet]. le Soir d’algérie. [cité 7 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.lesoirdalgerie.com/actualites/ces-operateurs-qui-fournissent-loxygene-aux-hopitaux-65161>
144. Linde Gas Algérie, fournisseur d’oxygène aux hôpitaux et aux particuliers : Augmentation de la demande d’oxygène des particuliers depuis le début de la crise sanitaire | El Watan [Internet]. [cité 7 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.elwatan.com/edition/actualite/augmentation-de-la-demande-doxygene-des-particuliers-depuis-le-debut-de-la-crise-sanitaire-23-12-2020>
145. Nouvelle L. Air Liquide achète l’entreprise publique algérienne Sidal. 17 sept 2008 [cité 7 juin 2022]; Disponible sur: <https://www.usinenouvelle.com/article/air-liquide-achete-l-entreprise-publique-algerienne-sidal.N25825>
146. Calgaz Algérie, un nouvel acteur incontournable de l’industrie pétrolière [Internet]. [cité 7 juin 2022]. Disponible sur: https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/algerie/calgaz-algerie-un-nouvel-acteur-incontournable-de-l-industrie-petroliere_3147739.html
147. Oran: le complexe de production d’oxygène « Rayan Ox » en service la semaine prochaine [Internet]. [cité 7 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.aps.dz/regions/125672-oran-le-complexe-de-production-d-oxygene-de-bettoua-en-service-la-semaine-prochaine>
148. ANSM. GUIDE DES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION. 2019.
149. FADIC Pharmacist Development Toolkit [Internet]. FADIC. 2021 [cité 5 juill 2022]. Disponible sur: <https://fadic.net/fadic-pharmacist-development-toolkit/>
150. Fratellini C. Les nouvelles missions du pharmacien [Internet]. Essentiel Santé Magazine. 2018 [cité 5 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.essentiel-sante-magazine.fr/sante/prevention/les-nouvelles-missions-du-pharmacien>
151. Loi n° 92-1279 du 8 décembre 1992 modifiant le livre V du code de la santé publique et relative à la pharmacie et au médicament.
152. Article L5121-8-1 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 21 avr 2022]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000025085935
153. Chapitre VI : Pharmacies à usage intérieur. (Articles L5126-1 à L5126-11) - Légifrance [Internet]. [cité 25 avr 2022]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006072665/LEGISCTA000006171372?init=true&page=1&query=L5126-

1&searchField=ALL&tab_selection=all&anchor=LEGIARTI000045630266#LEGIARTI000045630266

154. Décret n° 2019-489 du 21 mai 2019 relatif aux pharmacies à usage intérieur. 2019-489 mai 21, 2019.
155. Arrêté du 22 juin 2001 relatif aux bonnes pratiques de pharmacie hospitalière.
156. Article R5126-20 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 26 avr 2022]. Disponible sur:
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041963130
157. Circulaire n°146 du 21 mars 1966 relative à la réglementation des gaz médicaux et des liquides inflammables dans les établissements de soins publics ou privés [Internet]. Disponible sur: <https://www.adiph.org/ressources/textes-officiels/medicaments/circulaire-n-146-du-21-mars-1966-relative-a-la-reglementation-des-gaz-medicaux-et-des-liquides-inflammables-dans-les-etablissements-de-soins-publics-ou-privés>
158. Arrêté du 10 décembre 2004 portant approbation de diverses dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP type U) . JORF n° 0018 du 22 janvier 2005 [Internet]. Disponible sur:
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000807958/>
159. Guide d'achat en matière de réseau de gaz à usage médical [Internet]. [cité 22 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.economie.gouv.fr/daj/guide-achat-reseau-gaz-usage-medical>
160. Oxygène à usage médical - Les pharmaciens - Ordre National des Pharmaciens [Internet]. [cité 21 avr 2022]. Disponible sur: [http://www.ordre.pharmacien.fr/Les-pharmaciens/Le-metier-du-pharmacien/Les-fiches-professionnelles/Toutes-les-fiches/Oxygene-a-usage-medical/\(language\)/fre-FR](http://www.ordre.pharmacien.fr/Les-pharmaciens/Le-metier-du-pharmacien/Les-fiches-professionnelles/Toutes-les-fiches/Oxygene-a-usage-medical/(language)/fre-FR)
161. Article L4211-5 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 26 avr 2022]. Disponible sur:
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000024469174
162. Arrêté du 16 juillet 2015 relatif aux bonnes pratiques de dispensation à domicile de l'oxygène à usage médical.
163. Article R5125-9 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 21 avr 2022]. Disponible sur:
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000037269707/

164. Pharmacien chargé de la dispensation à domicile des gaz à usage médical - Les pharmaciens - Ordre National des Pharmaciens [Internet]. [cité 22 avr 2022]. Disponible sur: <http://www.ordre.pharmacien.fr/Les-pharmaciens/Le-metier-du-pharmacien/Fiches-metiers/Autres/Pharmacien-charge-de-la-dispensation-a-domicile-des-gaz-a-usage-medical>
165. Certificat de formation en oxygénothérapie et dispensation de l’oxygène - Faculté de pharmacie [Internet]. [cité 22 avr 2022]. Disponible sur: <https://pharmacie.univ-lille.fr/formation-continue/programmes-inscriptions/attestations-universitaires-detudes-complementaires/certificat-de-formation-en-oxygenotherapie-et-dispensation-de-loxygene>
166. Bonnes Pratiques de Dispensation d’Oxygène à domicile (BPDO) - Catalogue Association Le Don du Souffle - FORM’ED Formation Education [Internet]. [cité 22 avr 2022]. Disponible sur: <https://formed.catalogueformpro.com/4/pharmaciens/25977/bonnes-pratiques-de-dispensation-doxygene-a-domicile-bpdo>
167. Le pharmacien d’établissement de santé face aux gaz à usage médical et au système de distribution des fluides médicaux – Air liquide Santé France – Formation [Internet]. [cité 10 juin 2022]. Disponible sur: <https://formations.airliquidehealthcare.fr/trainings/le-pharmacien-detablissement-face-aux-gaz-a-usage-medical-et-aux-systemes-de-distribution-des-fluides-medicaux-2/>
168. Circulaire DGS/3A/667 bis du 10 Octobre 1985 relative à la distribution des gaz à usage médical et à la création d’une commission locale de surveillance de cette distribution. [Internet]. Disponible sur: <http://www.hosmat.fr/hosmat/bonnes-pratiques/gaz-medical/circulaire-10-10-1985.pdf>
169. Home Oxygen Therapy Policy and Administration Manual. 2021;113.
170. Garattini L, Cornago D, Tediosi F. A comparative analysis of domiciliary oxygen therapy in five European countries. *Health Policy Amst Neth.* nov 2001;58(2):133- 49.
171. Medical Gases [Internet]. BCGA. [cité 22 avr 2022]. Disponible sur: <https://bcga.co.uk/topics/medical-gases/>
172. NHS England » (HTM 02-01) NHS estates guidance for medical gas pipeline systems [Internet]. [cité 22 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.england.nhs.uk/publication/nhs-estates-guidance-for-medical-gas-pipeline-systems-htm-02-01/>
173. Pharmacy responsibilities and Medical Gases, Oxygen and the COVID-19 Pandemic [Internet]. SPS - Specialist Pharmacy Service. 2021 [cité 22 avr 2022]. Disponible

sur: <https://www.sps.nhs.uk/articles/pharmacy-responsibilities-and-medical-gases-oxygen-and-the-covid-19-pandemic/>

174. NHS COVID-19 Working Group. The COVID-19 Pandemic and actions necessary to mitigate its effect on the performance of Healthcare Cryogenic Liquid Oxygen System [Internet]. Disponible sur: <https://www.hsj.co.uk/download?ac=3049280>
175. Medical Gas Committees: their role, responsibilities, and membership [Internet]. SPS - Specialist Pharmacy Service. 2021 [cité 22 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sps.nhs.uk/articles/medical-gas-committees-their-role-responsibilities-and-membership/>
176. Medical Gases for Service Managers | Faculty of Engineering and Physical Sciences | University of Leeds [Internet]. [cité 10 juin 2022]. Disponible sur: <https://eps.leeds.ac.uk/short-course/994/medical-gases-for-service-managers>
177. Loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé. Journal officiel, n° 46 de 29 Juillet 2018.
178. Ouled-Kada M. Recueil de textes réglementaire relatifs à la gestion des établissements de santé. ALGER; 2010.
179. <https://www.miph.gov.dz/fr/telechargements/> [Internet]. Ministère de l'Industrie Pharmaceutique. [cité 25 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.miph.gov.dz/fr/telechargements/>
180. CIRCULAIRE N° 007/SP/MIN/MSPRH/05 Du 22/11/2005 relative a la gestion des produits pharmaceutiques dans les etablissements publics de santé.
181. la ministère de l'industrie pharmaceutique. Arrêté du 11 Dhou El Kaâda 1442 correspondant au 22 juin 2021 fixant les éléments du dossier de demande d'agrément de l'établissement pharmaceutique de fabrication, les modalités de traitement du dossier ainsi que la liste des modifications à caractère substantiel. Journal officiel n° 62 du 15 aout 2021.
182. Décret exécutif n° 03-452 du 7 Chaoual 1424 correspondant au 1er décembre 2003 fixant les conditions particulières relatives au transport routier de matières dangereuses. Journal officiel N° 75 du 07 Decembre 2003.
183. Ministère de l'Emploi et de la Solidarité - Ministère de la Santé. Bonnes pratiques de pharmacie hospitalière. Vie-Publiquefr [Internet]. [cité 8 juin 2022]; Disponible sur: <https://www.vie-publique.fr/rapport/24925-bonnes-pratiques-de-pharmacie-hospitaliere>
184. AMORIM F, Santos L, Araújo-Neto F, ANDRADE L, Araújo D, BARROS I, et al. Good practices in the management of medical gases in teaching hospitals in Brazil:

- situational diagnosis. Rev Bras Farmácia Hosp E Serviços Saúde. 8 déc 2021;12:685.
185. CASTEX A sophie, AIMEUR A, JASION C. État des lieux et perspectives sur la pratique du pharmacien hospitalier dans la gestion du circuit des gaz à usage médical dans les établissements de santé de Champagne-Ardenne. Agence Reg Santé Champagne Ardenne. févr 2011;
 186. Doncaster and Bassetlaw Teaching Hospitals NHS Foundation Trust. Medical Gas Systems Policy [Internet]. Disponible sur: <https://www.dbth.nhs.uk/document/corpfac3/>
 187. Solent NHS Trust Medicines Mangement Group and, Policy Steering Group. Medical Gas Operational Policy [Internet]. Disponible sur: <https://www.solent.nhs.uk/media/1958/mmt024-medical-gas-policy-v21.pdf>
 188. Luisetto M, Sahu DrR. Hospital Medicine Gas Management System: The Pharmacist Role in a Pharmaceutical- Chemistry Setting-Results of a Practical Experience in an Advanced Country 2019 indexed by SCILIT, CROSSREF, REFSEEK GOOGLE SCHOLAR, EBSCO, SEMANTIC SCHOLAR, DRJI, WORLDCAT, ROAD. 1 mai 2019;
 189. Morales A, Martin M, Goicoechea M, González J, Sánchez T, Jesús S, et al. GM-016 Economic impact of the management of medical gases by pharmacy department. Eur J Hosp Pharm. 1 mars 2016;23:A165.2-A165.
 190. Blatrie C, Schaeli C. Mise en place de la gestion des gaz à usage médical par la pharmacie. Pharm Hôp L'Est Lémanique.
 191. Amorim F, Jesus E, Cerqueira Santos S, Santos L, Barros I, Lyra Jr D. Validation of an innovative instrument for evaluating good practices regarding the use of medical gases in hospitals. 2 nov 2021;10:106- 31.
 192. Yousfi Y. Renforcement des compétences des pharmaciens : Quels besoins en formation continue. [RABAT]: Ecole Nationale de Santé Publique;
 193. Kelly CA, Lynes D, O'Brien MR, Shaw B. A wolf in sheep's clothing? Patients' and healthcare professionals' perceptions of oxygen therapy: An interpretative phenomenological analysis. Clin Respir J. févr 2018;12(2):616- 32.
 194. Council Directive 85/432/EEC of 16 September 1985 concerning the coordination of provisions laid down by Law, Regulation or Administrative Action in respect of certain activities in the field of pharmacy [Internet]. OJ L sept 16, 1985. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/dir/1985/432/oj/eng>

195. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. British Thoracic Society Guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *BMJ Open Respir Res* [Internet]. 15 mai 2017 [cité 18 avr 2022];4(1):e000170. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5531304/>
196. O'Driscoll BR, Howard LS, Bucknall C, Welham SA, Davison AG, Society O behalf of the BT. British Thoracic Society emergency oxygen audits. *Thorax* [Internet]. 1 août 2011 [cité 8 juin 2022];66(8):734- 5. Disponible sur: <https://thorax.bmj.com/content/66/8/734>
197. Khachi H, Burman M, Walters L, Sinha-Ray R, Antoniou S, Mandal S. P84 The impact of a multidisciplinary educational programme on the prescribing of oxygen in an acute trust. *Thorax*. 16 nov 2010;65:A112- 3.
198. Neves JT, Lobão MJ. Oxygen therapy multicentric study—A nationwide audit to oxygen therapy procedures in Internal Medicine wards. *Pulmonology* [Internet]. 1 mars 2012 [cité 8 juin 2022];18(2):80- 5. Disponible sur: <http://www.journalpulmonology.org/en-oxygen-therapy-multicentric-studya-nationwide-articulo-S2173511512000048>
199. Holbourn A, Wong J. Oxygen prescribing practice at Waikato Hospital does not meet guideline recommendations. *Intern Med J*. déc 2014;44(12a):1231- 4.
200. Asciak R, Gouder C, Ciantar M, Tua J, Fenech VA, Montefort S. The effect of a hospital oxygen therapy guideline on the prescription of oxygen therapy. *Malta Med Sch Gaz* [Internet]. 17 juin 2017 [cité 8 juin 2022];1(2):16- 21. Disponible sur: <https://www.mmsjournals.org/index.php/MDHG/article/view/21>
201. Watson A, Rahul M, Dominic F, Higgs J, Williamson A, Turner A. A human factors approach to quality improvement in oxygen prescribing. *Clin Med Lond Engl*. mars 2022;22(2):153- 9.
202. Choudhury A, Young G, Reyad B, Shah N, Rahman R. Can we improve the prescribing and delivery of oxygen on a respiratory ward in accordance with new British Thoracic Society oxygen guidelines? *BMJ Open Qual* [Internet]. 1 oct 2018 [cité 8 juin 2022];7(4):e000371. Disponible sur: <https://bmjopenquality.bmj.com/content/7/4/e000371>
203. Sahota R, Kamieniarz L. Increasing oxygen prescribing during the COVID-19 pandemic. *BMJ Open Qual* [Internet]. 1 déc 2021 [cité 8 juin 2022];10(4):e001544. Disponible sur: <https://bmjopenquality.bmj.com/content/10/4/e001544>
204. Rouse MJ. Continuing professional development in pharmacy. *Am J Health Syst Pharm* [Internet]. 1 oct 2004 [cité 9 juin 2022];61(19):2069- 76. Disponible sur: <https://doi.org/10.1093/ajhp/61.19.2069>

205. International Pharmaceutical Federation – FIP. Continuing Professional Development/Continuing Education in Pharmacy: Global Report [Internet]. The Netherlands: International Pharmaceutical Federation; 2014. Disponible sur: https://www.fip.org/files/fip/PharmacyEducation/CPD_CE_report/FIP_2014_Global_Report_CPD_CE_online_version.pdf
206. Article R4021-4 - Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 9 juin 2022]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000038395109/2019-04-20
207. La formation continue pour les pharmaciens et les assistants est-elle une obligation ou une recommandation ? Un nombre d'heures minimales est-il prévu ? [Internet]. [cité 9 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.apb.be/fr/corp/Fonds-313/Fonds-313/5/Pages/obligation.aspx>
208. Formation continue obligatoire [Internet]. Ordre des pharmaciens du Québec. [cité 9 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.opq.org/pratique-professionnelle/formation-continue/formation-continue-obligatoire/>

ANNEXES

Annexe I : Monographie de l'OXYGENE

Annexe II : Monographie de l'OXYGEN 93%

Annexe III : Formation BPDO proposée par la ministère de santé

Annexe IV : CIRCULAIRE N° 007 Relative à la gestion des produits pharmaceutiques

Annexe V : Bon de commande de l'oxygène médical

Annexe VI : Questionnaire : Etat des connaissances des pharmaciens hospitaliers sur l'oxygène médical

Annexe VII : Cours « Le rôle du pharmacien hospitalier dans la gestion de l'oxygène médical »

Annexe VIII : Evaluation d'apprentissage

Annexe IX : Enquête de satisfaction

Annexe X : DCI des spécialités de l'oxygène médical disponible en Algérie, extrait de LA NOMENCLATURE NATIONALE DES PRODUITS PHARMACEUTIQUES (Juin 2021).

Annexe I : Monographie de l'OXYGÈNE

OXYGÈNE

Oxygenium

O₂

M_r 32,00

DÉFINITION

L'oxygène contient au minimum 99,5 pour cent V/V de O₂.

CARACTÈRES

Gaz incolore et inodore. A la température de 20 °C et sous une pression de 101 kPa, un volume d'oxygène se dissout dans 32 volumes environ d'eau.

PRODUCTION

Dioxyde de carbone. Déterminez la teneur en dioxyde de carbone à l'aide d'un analyseur infrarouge (2.5.24).

Gaz à examiner. La substance à examiner. Utilisez l'oxygène filtré pour éviter les phénomènes optiques parasites.

Gaz témoin (a). Utilisez de l'oxygène R.

Gaz témoin (b). Utilisez un mélange contenant 300 ppm V/V de dioxyde de carbone RI dans l'azote RI.

Étalonnez l'appareil et ajustez la sensibilité à l'aide des gaz témoins (a) et (b). Mesurez la teneur en dioxyde de carbone dans le gaz à examiner.

L'oxygène ne contient pas plus de 300 ppm V/V de dioxyde de carbone.

Monoxyde de carbone. Déterminez la teneur en monoxyde de carbone à l'aide d'un analyseur infrarouge (2.5.25).

Gaz à examiner. La substance à examiner. Utilisez l'oxygène filtré pour éviter les phénomènes optiques parasites.

Gaz témoin (a). Utilisez de l'oxygène R.

Gaz témoin (b). Utilisez un mélange contenant 5 ppm V/V de monoxyde de carbone R dans l'azote RI.

Étalonnez l'appareil et ajustez la sensibilité à l'aide des gaz témoins (a) et (b). Mesurez la teneur en monoxyde de carbone dans le gaz à examiner.

L'oxygène ne contient pas plus de 5 ppm V/V de monoxyde de carbone.

Teneur en eau. Déterminez la teneur en eau à l'aide d'un hygromètre électrolytique (2.5.28).

L'oxygène ne contient pas plus de 67 ppm V/V d'eau.

Dosage. Déterminez la teneur en oxygène à l'aide d'un analyseur paramagnétique (2.5.27).

IDENTIFICATION

Première identification : C.

Seconde identification : A, B.

A. Mettez un copeau de bois incandescent au contact de l'oxygène ; le bois s'enflamme.

B. Agitez de l'oxygène avec de la *solution alcaline de pyrogallol R*. L'oxygène est absorbé et il se développe une coloration brun foncé.

C. L'oxygène satisfait aux limites du dosage.

ESSAI

Dioxyde de carbone. Déterminée à l'aide du tube détecteur de dioxyde de carbone (2.1.6), la teneur en dioxyde de carbone n'est pas supérieure à 300 ppm V/V.

Monoxyde de carbone. Déterminée à l'aide du tube détecteur de monoxyde de carbone (2.1.6), la teneur en monoxyde de carbone n'est pas supérieure à 5 ppm V/V.

Vapeur d'eau. Déterminée à l'aide du tube détecteur de vapeur d'eau (2.1.6), la teneur en vapeur d'eau n'est pas supérieure à 67 ppm V/V.

CONSERVATION

Sous forme de gaz comprimé ou liquéfié, en récipients appropriés conformes aux prescriptions légales. Les robinets et les soupapes ne doivent être ni graissés, ni huilés.

IMPURETÉS

- A. dioxyde de carbone,
- B. monoxyde de carbone,
- C. eau.



Annexe II : Monographie de l'OXYGEN 93%

EUROPEAN PHARMACOPOEIA 7.1

Oxygen (93 per cent)

Run time: twice the retention time of oseltamivir phosphate.

Relative retention with reference to oseltamivir phosphate (retention time = about 17 min): impurity A = about 0.16; impurity C = about 0.17.

System suitability: reference solution (b):

- **resolution:** minimum 1.5 between the peaks due to impurities A and C.

Limits:

- **impurity C:** not more than 0.3 times the area of the corresponding peak in the chromatogram obtained with reference solution (b) (0.3 per cent);
- **unspecified impurities:** for each impurity, not more than the area of the principal peak in the chromatogram obtained with reference solution (a) (0.10 per cent);
- **total:** not more than 7 times the area of the principal peak in the chromatogram obtained with reference solution (a) (0.7 per cent);
- **disregard limit:** 0.5 times the area of the principal peak in the chromatogram obtained with reference solution (a) (0.05 per cent).

Water (2.5.12): maximum 0.5 per cent, determined on 0.500 g.

ASSAY

Liquid chromatography (2.2.29) as described in the test for related substances with the following modification.

Injection: test solution and reference solution (c).

Calculate the percentage content of $C_{16}H_{31}N_2O_8P$ from the declared content of oseltamivir phosphate (impurity B-free) CRS.

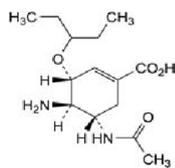
STORAGE

Protected from light.

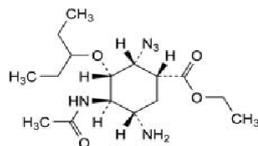
IMPURITIES

Specified impurities: B, C, H.

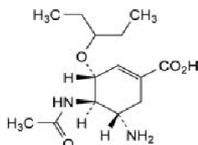
Other detectable impurities (the following substances would, if present at a sufficient level, be detected by one or other of the tests in the monograph. They are limited by the general acceptance criterion for other/unspecified impurities and/or by the general monograph *Substances for pharmaceutical use* (2034). It is therefore not necessary to identify these impurities for demonstration of compliance. See also 5.10. *Control of impurities in substances for pharmaceutical use*): A, D, E, F, G.



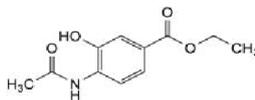
A. (3*R*,4*R*,5*S*)-5-acetamido-4-amino-3-(1-ethylpropoxy)cyclohex-1-ene-1-carboxylic acid,



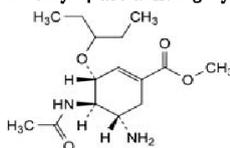
B. ethyl (1*R*,2*R*,3*S*,4*R*,5*S*)-4-acetamido-5-amino-2-azido-3-(1-ethylpropoxy)cyclohexanecarboxylate,



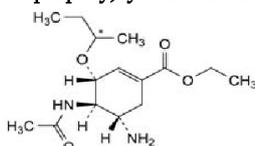
C. (3*R*,4*R*,5*S*)-4-acetamido-5-amino-3-(1-ethylpropoxy)cyclohex-1-ene-1-carboxylic acid,



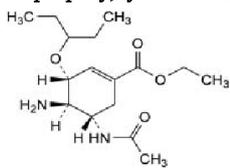
D. ethyl 4-acetamido-3-hydroxybenzoate,



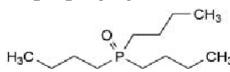
E. methyl (3*R*,4*R*,5*S*)-4-acetamido-5-amino-3-(1-ethylpropoxy)cyclohex-1-ene-1-carboxylate,



F. ethyl (3*R*,4*R*,5*S*)-4-acetamido-5-amino-3-(1-methylpropoxy)cyclohex-1-ene-1-carboxylate,



G. ethyl (3*R*,4*R*,5*S*)-5-acetamido-4-amino-3-(1-ethylpropoxy)cyclohex-1-ene-1-carboxylate,



H. tributylphosphane oxide.

04/2011:2455

OXYGEN (93 PER CENT)

Oxygenium 93 per centum

O₂

M, 32.00

DEFINITION

Content: 90.0 per cent V/V to 96.0 per cent V/V of O₂, the remainder mainly consisting of argon and nitrogen. This monograph applies to oxygen (93 per cent) for medicinal use. It does not apply to gas produced using individual concentrators for domiciliary use.

PRODUCTION

Oxygen (93 per cent) is produced in single-stage concentrators by adsorption purification of ambient air using zeolites. During production, the oxygen content is continuously monitored by means of a paramagnetic analyser (2.5.27). Following the design

and installation of the concentrator, and after any modification or significant intervention, the gas produced complies with the following requirements.

Carbon dioxide: maximum 300 ppm V/V, determined using an infrared analyser (2.5.24).

Gas to be examined. The substance to be examined. It must be filtered to avoid stray light phenomena.

Reference gas (a). Oxygen R.

Reference gas (b). A mixture of 7 per cent V/V of nitrogen R1 and 93 per cent V/V of oxygen R, containing 300 ppm V/V of carbon dioxide R1.

Calibrate the apparatus and set the sensitivity using reference gases (a) and (b). Measure the content of carbon dioxide in the gas to be examined.

Carbon monoxide: maximum 5 ppm V/V, determined using an infrared analyser (2.5.25).

Gas to be examined. The substance to be examined. It must be filtered to avoid stray light phenomena.

Reference gas (a). Oxygen R.

Reference gas (b). A mixture containing 5 ppm V/V of carbon monoxide R in nitrogen R1.

Calibrate the apparatus and set the sensitivity using reference gases (a) and (b). Measure the content of carbon monoxide in the gas to be examined.

Nitrogen monoxide and nitrogen dioxide: maximum 2 ppm V/V in total, determined using a chemiluminescence analyser (2.5.26).

Gas to be examined. The substance to be examined.

Reference gas (a). A mixture of 21 per cent V/V of oxygen R and 79 per cent V/V of nitrogen R1, containing less than 0.05 ppm V/V of nitrogen monoxide and nitrogen dioxide.

Reference gas (b). A mixture containing 2 ppm V/V of nitrogen dioxide R in nitrogen R1.

Calibrate the apparatus and set the sensitivity using reference gases (a) and (b). Measure the content of nitrogen monoxide and nitrogen dioxide in the gas to be examined.

Sulfur dioxide: maximum 1 ppm V/V, determined using an ultraviolet fluorescence analyser (Figure 2455.-1.).

The apparatus consists of the following:

- a system generating ultraviolet radiation with a wavelength of 210 nm, made up of an ultraviolet lamp, a collimator, and a selective filter; the beam is blocked periodically by a chopper rotating at high speeds;
- a reaction chamber, through which flows the gas to be examined;
- a system that detects radiation emitted at a wavelength of 350 nm, made up of a selective filter, a photomultiplier tube and an amplifier.

Gas to be examined. The substance to be examined. It must be filtered.

Reference gas (a). A mixture of 7 per cent V/V of nitrogen R1 and 93 per cent V/V of oxygen R.

Reference gas (b). A mixture of 7 per cent V/V of nitrogen R1 and 93 per cent V/V of oxygen R, containing 0.5 ppm V/V to 2 ppm V/V of sulfur dioxide R1.

Calibrate the apparatus and set the sensitivity using reference gases (a) and (b). Measure the content of sulfur dioxide in the gas to be examined.

Oil: maximum 0.1 mg/m³, determined using an oil detector tube (2.1.6).

Water: maximum 67 ppm V/V, determined using an electrolytic hygrometer (2.5.28).

Assay. Determine the concentration of oxygen using a paramagnetic analyser (2.5.27).

CHARACTERS

Appearance: colourless gas.

IDENTIFICATION

It complies with the limits of the assay.

TESTS

Carbon dioxide: maximum 300 ppm V/V, determined using a carbon dioxide detector tube (2.1.6).

Carbon monoxide: maximum 5 ppm V/V, determined using a carbon monoxide detector tube (2.1.6).

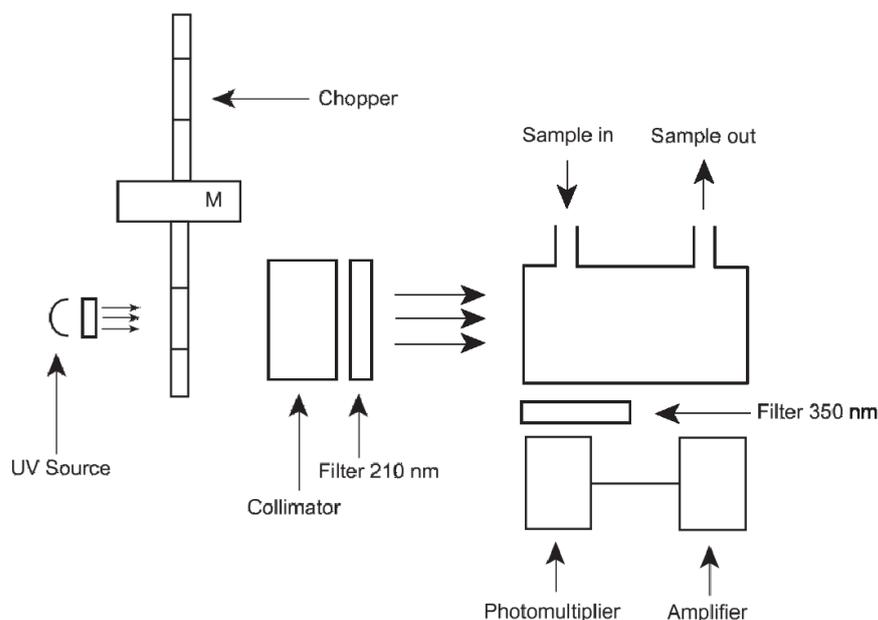


Figure 2455.-1. – UV fluorescence analyser

Nitrogen monoxide and nitrogen dioxide: maximum 2 ppm V/V in total, determined using a nitrogen monoxide and nitrogen dioxide detector tube (2.1.6).

Sulfur dioxide: maximum 1 ppm V/V, determined using a sulfur dioxide detector tube (2.1.6).

Oil: maximum 0.1 mg/m³, determined using an oil detector tube (2.1.6).

Water vapour: maximum 67 ppm V/V, determined using a water vapour detector tube (2.1.6).

ASSAY

Determine the content of oxygen using a paramagnetic analyser (2.5.27).

STORAGE

Oxygen 93 per cent obtained from an oxygen concentrator is normally used on the site where it is produced. It is fed directly into a medicinal gas pipeline or administration system. Where

authorised by the competent authority, it may be stored in suitable containers complying with the legal regulations. Oils and grease are not to be used unless they are oxygen-compatible.

IMPURITIES

- A. CO₂: carbon dioxide,
- B. CO: carbon monoxide,
- C. SO₂: sulfur dioxide,
- D. NO and NO₂: nitrogen monoxide and nitrogen dioxide,
- E. oil,
- F. H₂O: water.

Annexe III : Formation BPDO proposée par la ministère de santé

MINISTÈRE DES AFFAIRES SOCIALES, DE LA SANTÉ ET DES DROITS DES FEMMES

ANNEXE III

PROPOSITION DE PROGRAMME DE FORMATION

Formation théorique

Oxygénothérapie

Physiopathologie des maladies hypoxémiantes.
Indications oxygénothérapie.
Définitions, effets bénéfiques, effets indésirables, posologie.

Réglementaire

Rappels sur l'organisation du système de santé et de protection sociale au niveau national et régional (ministère chargé de la santé, agences régionales de santé, agences de sécurité sanitaire, assurance maladie, mutuelles).

Oxygène à usage médical (notion de médicament et de DM, dispensation, lot, traçabilité, observance).

Dispositifs médicaux.

Bonnes pratiques de dispensation à domicile de l'oxygène à usage médical.

LPP et convention de tiers payant.

Pharmacovigilance.

Matéiovigilance.

Règles professionnelles: secret médical, principes de dignité, éthique, relation avec le patient et son entourage.

Référentiel qualité de la structure.

Caractéristiques de l'oxygène

Propriétés physiques et chimiques.

Principes de fabrication.

Conditionnement.

Hygiène et sécurité

Risques liés à l'oxygène et mesures de prévention.

Consignes d'hygiène et de sécurité applicables aux patients.

Consignes d'hygiène et de sécurité applicables aux intervenants à domicile.

Rôle du pharmacien.

Répartition des responsabilités.

Garant de la bonne application des textes réglementaires liés à l'oxygène.

Formation et/ou habilitation du personnel.

Visites pharmaceutiques au domicile des patients.

Formation pratique

Connaissance du matériel et manipulation

Oxygène liquide : réservoirs (conception, remplissage, stockage, transport, entretien, contrôle, vérification, mise en place), principes d'approvisionnement et de transfert, évaporateur (principe de fonctionnement), réservoirs utilisés par le patient (vérifications, maintenance, stockage, utilisation), risques, consignes de sécurité.

Oxygène gazeux : emballage (conception, remplissage, stockage, transport, entretien, contrôle, vérification, mise en service), risques, consignes de sécurité.

Oxygène concentrateur : prise en charge des dispositifs médicaux entre deux patients (nettoyage et désinfection, maintenance, stockage), principes de fonctionnement, mise en service, contrôle, entretien, consignes de sécurité, traitement des dysfonctionnements.

Présentation interface patient (lunettes, tubulures, masques, humidificateurs).

Annexe IV : CIRCULAIRE N° 007 RELATIVE A LA GESTION DES PRODUITS PHARMACEUTIQUES

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة الصحة والسكان وإصلاح المستشفيات
Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière

Le Ministre,

الوزير

CIRCULAIRE N° 007/SP/MIN/MSPRH/05 DU 22/11/2005 RELATIVE A LA GESTION DES PRODUITS PHARMACEUTIQUES DANS LES ETABLISSEMENTS PUBLICS DE SANTE

DESTINATAIRES :

- Mesdames et Messieurs les Directeurs de la Santé et de la Population :
pour application, suivi et communication aux :
 - Directeurs des Etablissements Hospitaliers Spécialisés (EHS) :
pour exécution.
 - Directeurs des Secteurs Sanitaires : **pour exécution.**
- Madame et Messieurs les Directeurs généraux des Centres Hospitalo-Universitaires (CHU) : **pour exécution.**
- Monsieur le Directeur Général de l'Etablissement Hospitalier Universitaire d'Oran (EHU) : **pour exécution.**

Des lacunes importantes voire graves continuent à caractériser la gestion des produits pharmaceutiques dans les établissements publics de santé et concernent notamment les aspects suivants :

- mauvaise programmation des approvisionnements ;
- mauvaise appréciation des tensions et fréquentes ruptures des produits pharmaceutiques;
- non respect des règles de stockage et de sécurité ;
- dispersion des lieux d'entreposage et de distribution ;
- insuffisance voire absence de traçabilité du médicament ;
- contrôle inexistant de la destination finale des produits ;
- absence de recoupement fiche malade - consommation des médicaments selon le traitement prescrit ;
- absence totale de gestion économique du médicament ;
- Sous-utilisation de l'outil informatique.

Dans ce cadre, et en vue d'une gestion efficiente et rationnelle des produits pharmaceutiques, dont l'objectif cardinal est d'en assurer la disponibilité permanente, à destination exclusive du malade, il est rappelé à l'ensemble des intervenants dans la gestion de la pharmacie hospitalière, les règles régissant la conduite à tenir dans toutes les phases destinées à mettre à la disposition des prescripteurs et de manière continue, les produits pharmaceutiques nécessaires à une bonne prise en charge des patients, en respect des règles de gestion rationnelle et de procédure de contrôle interne.



1 – L'élaboration des besoins

L'élaboration des besoins en produits pharmaceutiques constitue une phase déterminante à laquelle une attention particulière doit être accordée par l'ensemble des personnels, notamment les prescripteurs ; ces derniers doivent agir dans un cadre concerté (conseil scientifique- conseil médical et comités du médicament), nécessaire à l'arbitrage et à l'établissement d'une nomenclature des médicaments par service, dont l'objectif est la détermination précise des commandes à effectuer.

2- La procédure d'acquisition des produits pharmaceutiques

La fonction « achat », une fois les besoins arrêtés et valorisés, doit être menée avec la plus grande vigilance, et vise comme objectif, de veiller à la disponibilité des médicaments au moindre coût.

A cet effet, les règles procédurales établies en matière de passation de marché, conformément aux dispositions du décret présidentiel n°02-250 du 24 juillet 2002 portant réglementation des marchés publics et du décret présidentiel n°03-301 du 11 septembre 2003 modifiant et complétant le décret présidentiel n°02-250 du 24 juillet 2002 portant réglementation des marchés publics, doivent être scrupuleusement respectées, en vue d'une passation de marché transparente, où la concurrence entre les différents fournisseurs est effective.

En tout état de cause, toute acquisition de produits pharmaceutiques doit faire l'objet d'une consultation préalable, destinée à faire jouer pleinement la concurrence et à établir le choix des offres les plus favorables en matière de disponibilité et de prise en charge. Il est rappelé à cet effet, les termes de la circulaire ministérielle n°002/SP/MIN/MSPRH/05 du 06 juillet 2005.

3- La fonction approvisionnement

Il est à noter que les quantités reçues et valorisées doivent être transcrites dans le registre de la pharmacie destiné à justifier tous les mouvements des produits pharmaceutiques. Ce registre (dont le détail est donné au paragraphe 7) constitue « la main courante » ; les fiches de stocks et/ou de positions doivent faire l'objet d'une attention particulière et être tenues à jour. Elles doivent renseigner sur la situation des stocks physiques disponibles.

Le processus d'approvisionnement suit et concrétise la phase d'achat selon les étapes énumérées ci-après :

3.1 - La commande

Le responsable de la pharmacie doit établir deux types de bons de commande :

- Bon de commande mensuel pour tous les produits stock ;
- Bon de commande annuel livrable par tranches pour les réactifs chimiques et galéniques.



Les bons de commande mensuels doivent préciser :

- la dénomination commune internationale (DCI) ;
- la forme et le dosage du produit ;
- la quantité libellée en unité de compte.

Ces bons de commandes sont signés conjointement par le responsable de la pharmacie et le directeur de l'établissement.

C'est le responsable de la pharmacie ou la personne dûment mandatée qui est chargée de déposer le bon de commande auprès du fournisseur choisi en respect de la réglementation des marchés publics. En effet, toute commande doit s'inscrire dans le cadre d'un marché conclu en respect de la réglementation des marchés publics.

Le fournisseur devra apposer son visa sur le double du bon de commande.

3.2 La réception

La vérification de la conformité, la quantification des produits livrés et le contrôle de leur date de péremption, sont à la charge du responsable de la pharmacie qui effectue toutes ces opérations au vu du bon de commande qui a été émis, ainsi que du bon de livraison et de la facture qui ont été réceptionnés.

Le délai de la vérification de la conformité doit être précisé et doit constituer une clause contractuelle dans les marchés établis avec les fournisseurs. A cet effet, les bons de livraison établis par les fournisseurs sont provisoires et ne deviendront définitifs que si la conformité est dûment constatée.

Lorsque la livraison est conforme, la mention « service fait » est signifiée par le responsable de la pharmacie sur la facture, en apposant sa signature accompagnée de la date et du numéro d'enregistrement.

Cette facture est adressée au responsable du service économique de l'établissement pour sa prise en charge et son ordonnancement.

Le responsable du service économique et le responsable de la pharmacie établissent une situation hebdomadaire des états de paiements des factures réceptionnées, pour la transmettre aussitôt au directeur d'établissement.

Dans le cas d'erreur ou de non-conformité des produits commandés, le responsable de la pharmacie doit faire immédiatement rapport détaillé au responsable des services économiques, qui doit saisir le fournisseur dans les 24 heures. Un registre adhoc, côté et paraphé, doit consigner les constats de non-conformité établis par le responsable de la pharmacie et les factures litigieuses avec numéro, date et montant du paiement.

Le service économique ne fera l'objet de la transmission de la facture, objet de la commande non-conforme, que lorsque tous les litiges et anomalies, donc toutes les réserves liées à la non-conformité, auront été levés par le fournisseur.



Annexe V : Bon de commande de l'oxygène médical

Espace réservé au
Service du contrôle
financier.

A
Le

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

BON DE COMMANDE

N° 000046GPHPC22 Date 08/06/2022

Identification du service contractant

- **Dénomination** : Centre Hospitalo-Universitaire De Tlemcen, Pharmacie centrale.
- **Code Gestionnaire (ordonnateur)** :
- **Adresse** : Rue Mohammed 5 Bab El Khemis Tlemcen
- **Téléphone et Fax** : +213 (0)43 41.74.69

Identification du prestataire

- **Nom et Prénom** :
- **Ou raison sociale** : LINDE GAS -SIDI BELABBES
- **Agissant pour le compte de** :
- **Adresse** : 23 AVENUE L'AN H-DEY (ALGER)
- **Téléphone** : 021 49 86 26 Fax : 02149 86 26
N° R.C. : 0012943 B 00 N.I.F. : 000016001294328
N° d'agrément : N.I.S. : 0 983 1626 00106 39
RIB (ou RIP) : 002 00065 6506561291

Caractéristique de la commande

Travaux
 Fournitures
 Services

Dépenses de fonctionnement
 Dépenses d'équipement
 Autre

Objet de la commande :

N°	Code	Désignations	En stock	Cond	Quantité	Prix unitaire	Montant
1		OXYGENE LIQUIDE	0	LITRE	200	400,00	80 000,00
Montant en HT							80 000,00
Montant TVA (19%)							15 200,00
Montant en TTC							95 200,00

Arrêté le présent bon de commande à la somme (en lettres) **Quatre-vingts-quinze mille deux cents DINARS**

- Le prestataire s'engage à exécuter la présente commande selon les conditions arrêtées.
- La source de financement :

A Tlemcen, le 08/06/2022

Le Directeur Général

Le Pharmacien Chef

1/1

- Conformément aux dispositions notamment de l'article 20 du décret présidentiel n° 15-247 du Dhou El Hidja 1436 correspondant au 16 septembre 2015 portant réglementation des marchés publics et des délégations de service public
- L'établissement de la facture par le prestataire doit correspondre à la description de la présente commande et, à ce titre, il y a lieu de reprendre les références du présent bon de commande sur la dite facture

Annexe VI : Questionnaire : Etat des connaissances des pharmaciens hospitaliers sur l'oxygène médical

Vos connaissances sur l'oxygénothérapie

RENSEIGNEMENTS :

Nom :

Prénom :

Sexe :

- Homme
- Femme

Tranche d'âge :

- Entre 20 et 35 ans
- Entre 35 et 50 ans
- Plus de 50 ans

Nombre d'années d'expérience autant que pharmacien hospitalier :

- Moins de 7 ans
- Entre 7 et 10 ans
- Plus de 10 ans

Le type d'établissement :

- CHU
- EHU
- EH
- EPH
- EHS
- EPSP
- Autres

Lieu de travail :

- Dans la pharmacie centrale
- Dans un service clinique

Nombre d'années d'expériences

- Moins de 7 ans
- Entre 7 et 10 ans
- Plus de 10 ans

Gérez-vous l'oxygène médical dans votre établissement ?

- Oui
- Non

Gérez-vous les produits consommables en lien avec l'oxygénothérapie dans votre établissement ?

- Oui
- Non

PARTIE 2 : PATHOLOGIES

Est-ce que vous connaissez l'oxygénothérapie normobare?

- Oui
- Non

Au cours d'oxygénothérapie normobare, la pression d'oxygène administré au patient doit être :

- Moins de 0.2 atmosphère
- Supérieur à 1 atmosphère
- Ne dépasse pas 1 atmosphère
- Ne sais pas

Quelles sont les pathologies traitées par l'oxygénothérapie normobare?

- Insuffisance respiratoire
- Intoxication au monoxyde de carbone
- Gangrène gazeuse
- BPCO
- Algies vasculaires de la face
- Ne sais pas

Est-ce que vous connaissez l'oxygénothérapie hyperbare?

- Oui
- Non

Quelles sont les pathologies traitées par cette dernière ?

- BPCO
- Surdités brusques
- Insuffisance cardiaque
- Crise d'asthme aigue
- Cicatrisation
- Ne sais pas

PARTIE 3 : PHARMACOLOGIE DE L'OXYGENE

La Pharmacopée Européenne comprend actuellement :

- Oxygène sans précision*
- Oxygène à 93 per cent*
- Oxygène à 96 per cent*
- Ne sais pas

Selon la réglementation algérienne, l'oxygène est listé dans la liste des médicaments à surveillance particulière :

- Dans la liste 02B
- Dans la liste 02A
- Dans la liste 02C
- Ne sais pas

Parmi les effets indésirables d'oxygénothérapie :

- Hypocapnie
- Hypercapnie
- Production des radicaux libres
- Fibrose pulmonaire
- Alcalose respiratoire
- Acidose respiratoire
- Myopie
- Rétinopathie du prématuré
- Ne sais pas

La toxicité nerveuse au cours d'oxygénothérapie est aussi appelée :

- Effet Dopler
- Effet Kruger
- Effet Paul Bert
- Ne sais pas

Connaissez-vous le mécanisme de l'effet indésirable Atélectasie lors d'une oxygénothérapie

- L'oxygène est absorbé des alvéoles vers le sang plus lentement qu'il n'est apporté dans la fraction inspiratoire
- L'instauration d'œdème pulmonaire
- L'oxygène est absorbé des alvéoles vers le sang plus rapidement qu'il n'est apporté dans la fraction inspiratoire
- Ne sais pas

Les signes neurologiques au cours d'oxygénothérapie sont :

- Réversible
- Irréversible
- Ne sais pas

L'inhalation d'oxygène peut exacerber la toxicité pulmonaire des médicaments suivants :

- Bléomycine
- Docétaxel
- Amiodarone
- Oxaliplatine
- Ne sais pas

Parmi ces propositions concernant l'oxygénothérapie :

- La durée d'administration doit être longue pour assurer la guérison de patient.
- La durée d'administration doit être la plus courte possible.
- Les patients peuvent utiliser des produits à base de l'huile au cours de traitement
- Il faut prendre en compte le risque d'inflammation
- On peut utiliser les générateurs d'aérosols comme les désodorisants
- Ne sais pas

PARTIE 4 : CONSOMMABLES ET DISPOSITIFS MEDICAUX DE L'OXYGENOTHERAPIE:

Quelles sont les différentes sources d'oxygène que vous connaissez?

- Oxygène semi-solide
- Oxygène liquide
- Oxygène gazeux
- Générateurs d'oxygène
- Ne sais pas

Parmi les sources indiquées ci-dessus, quelle est celle qui est constituée de 100% d'oxygène ?

- Oxygène liquide
- Oxygène gazeux
- Oxygène produit par des générateurs
- Ne sais pas

A combien de litres de gaz d'oxygène correspond un litre d'oxygène liquide?

- 8.54L
- 85.4L
- 854L
- 8540L
- Ne sais pas

Par quelle couleur est identifiée la bouteille d'oxygène médical ?

- Rouge
- Verte
- Blanche
- Bleue
- Ne sais pas

Concernant le transport des bouteilles d'oxygène médicale, indiquez les affirmations qui sont justes :

- Il est recommandé de transporter les bouteilles dans des véhicules ouverts
- Il est recommandé de transporter les bouteilles dans des véhicules clos
- Il est recommandé de stocker les bouteilles verticalement
- Il est recommandé de stocker les bouteilles horizontalement
- Ne sais pas

Quels sont les méthodes de production d'oxygène que vous connaissez :

- Vaporisation
- Distillation cryogénique
- Adsorption par inversion de pression
- Absorption par inversion de pression
- Ne sais pas

Quel est le procédé de production d'oxygène dans un concentrateur :

- Vaporisation
- Distillation cryogénique
- Adsorption par inversion de pression
- Absorption par inversion de pression
- Ne sais pas
-

Quels sont les produits consommables de dispensation d'oxygène, au patient, que vous connaissez?

- Lunettes nasales
- Masque facial simple
- Masque à réinspiration faciale
- Masque sans réinspiration
- Sondes nasales
- Cloche de Hood
- Aucun

Parmi les produits consommables cités, lequel est le plus utilisé en néonatalogie ?

- Lunettes nasales
- Masque facial simple
- Masque à réinspiration faciale
- Masque sans réinspiration
- Sondes nasales
- Cloche de Hood
- Ne sais pas

En ambulatoire, parmi les consommables cités lequel est couramment utilisé ?

- Lunettes nasales
- Masque facial simple
- Masque à réinspiration faciale
- Masque sans réinspiration
- Sondes nasales
- Cloche de Hood
- Ne sais pas

Selon la réglementation algérienne, le pharmacien hospitalier est-il responsable de la gestion de l'oxygène ?

- Oui
- Non
- Ne sais pas

Savez-vous comment est géré l'oxygène au CHU ?

- Oui
- Non

Êtes-vous prêts de s'impliquer dans la gestion de ce médicament ?

- Oui
- Non
- Neutre

Si oui, avez-vous besoin d'une formation pour mieux gérer l'oxygène ?

- Oui
- Non
- Neutre

Annexe VII : Cours « Le rôle du pharmacien hospitalier dans la gestion de l'oxygène médical »



ASCOF et ANPHA
CPPH Mars 2022

OXYGÈNE MÉDICAL

Rôle du pharmacien hospitalier dans la gestion de l'oxygène médical

Présenté Par:
DR. Nabil BORSALI
Melle. Kawter Imene HOUARI
Melle. Manel SEDDAR

PLAN

- Introduction
- Généralités
- Physiologie Respiratoire
- Pharmacologie
- Sources de l'oxygène
- Indications de l'oxygénothérapie
- Consommables
- Gestion de l'oxygène
- Conclusion

INTRODUCTION

- Nombreux patients souffrant de troubles respiratoires
- Pandémie COVID-19 : indications fréquentes
- Gaz à usage médical avec un statut de médicament (AMM-DE) (L'air que nous respirons a une teneur de 21%).
- Prescription et administration avec des précautions identiques que pour tous les autres médicaments.

GENERALITES

Propriétés chimiques et physiques

- 8^{ème} élément de tableau de MENDELEIEV
- Famille des chalcogènes.
- Élément chimique de nature gazeuse



GENERALITES

Propriétés chimiques et physiques

- Gaz incolore, inodore et insipide.
- Le plus paramagnétique des gaz
- Très électronégatif
- Réagit avec presque tous les produits chimiques



GENERALITES

Propriétés chimiques et physiques

- Soluble dans l'eau.
- Liquide, a une légère coloration bleue ciel
- Agent oxydant très puissant
- Comburant et explosif.



PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE

Les étapes de Respiration

Première étape: L' O_2 est transporté par la circulation sanguine des poumons vers les tissus

Deuxième étape: Le CO_2 est transporté par la circulation sanguine des tissus vers les poumons

PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE

Les étapes de Respiration

Troisième étape: L'hémoglobine fixe l'oxygène de manière réversible

Quatrième étape: L' O_2 dissous est la forme utilisable par les cellules pour effectuer la respiration cellulaire.

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Propriétés Pharmacocinétiques

Administration:

Inhalation

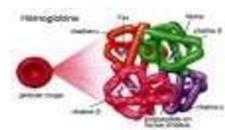


PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Propriétés Pharmacocinétiques

Distribution:

Il se trouve sous forme dissoute dans le plasma et il est transporté par l'hémoglobine sous forme d'oxyhémoglobine



PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Propriétés Pharmacocinétiques

Métabolisme:

Pas de métabolisation

Élimination:

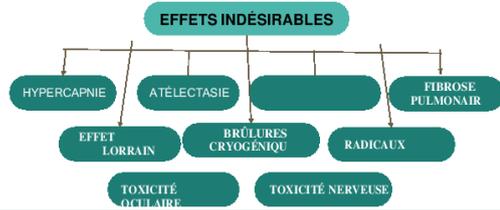
Sous forme de CO_2 et H_2O

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Propriétés Pharmacodynamiques

- Rôle essentiel dans la respiration cellulaire (qui aboutit à la synthèse d'ATP)
 - Accepteur final des électrons au cours de la chaîne respiratoire
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL



PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

L'Hypercapnie:

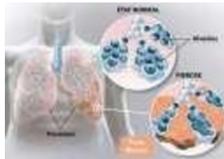
- Seulement 15% entre vous connaissent cet effet
- Patient insuffisant respiratoire chronique

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

La fibrose pulmonaire:

- 25% entre vous connaissent cet effet
- Un œdème interstitiel peut s'installer et peut conduire à une fibrose pulmonaire



PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

L'atélectasie:

- 80% entre vous ne connaissent pas le mécanisme d'atélectasie
- Collapsus alvéolaire et atélectasie : Si $I_e O_2$ est absorbé des alvéoles vers le sang **plus rapidement qu'il n'est apporté** dans la fraction inspiratoire

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

Toxicité nerveuse : Effet Paul Bert

- Seulement 23.5% entre vous connaissent cet effet
- Troubles visuelles, vertige et nausée
- Spasmes musculaires localisés au niveau des yeux, de la bouche, du front
- Altération du comportement
- Convulsions généralisées

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

L'effet LORRAIN-SMITH:

- Etat pulmonaire causée par l'hyperoxie
- Inflammation du surfactant, des alvéoles pulmonaires puis œdème aigu du poumon

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

Barotraumatisme:

- Lésion tissulaire provoquée par la variation de pression dans les caissons au cours de séance d'oxygénothérapie hyperbare.
 - Pneumothorax fréquent
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

Toxicité oculaire

- Myopie progressive réversible : cas de traitement hyperbare répété.
 - Association directe entre l'oxygénothérapie et le développement de rétinopathie chez les prématurés (Fortes concentrations d'O₂). Seulement 11.8 % entre vous connaissent cet effet.
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

Formation des radicaux libres:

Après administration prolongée de l'oxygène.

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Effets Indésirables

Brûlures cryogéniques:

- Cryogénique = produisent du froid
- Exposition prolongée de la peau peut produire une brûlure thermique (gelure)
- la peau devient jaunâtre et cirreuse + douleurs



PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Posologie

- Maintien d'une pression partielle artérielle en oxygène (P_{aO_2}) > 60 mmHg
 - **Saturation** du sang artériel en oxygène supérieure ou égale à **90 %**
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Posologie

BPCO

- Apparition d'une insuffisance respiratoire grave (P_{aO_2} < 55 mmHg)
 - L'OLD (l'administration d'oxygène pendant 15 heures par jour) est indiquée
 - Saturation cible : 88 à 92 % (P_{aO_2} entre 60-65 mm Hg)
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Posologie

BPCO

- Oxygène administré à un faible débit de 0,5 à 2 litres/minute, à adapter en fonction de la gazométrie.
 - L'oxygène liquide (patient mobile ou nécessite une forte dose d'oxygène) et les concentrateurs (à domicile)
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Posologie

COVID-19: selon l'OMS

- SpO2 cible ≥ 94 %
 - Si la SpO2 est < 90 % (sans ou avec signes d'urgences) administration immédiate de l'oxygène
 - Les signes d'urgence (obstruction des voies aériennes ou absence de respiration, détresse respiratoire sévère, cyanose centrale, état de choc, coma et/ou convulsions)
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Posologie

COVID-19: Selon la recommandation de CELLULE DE VEILLE COVID-19 (CHU Mustapha ALGER) juillet 2020

- La saturation cible est 95%
 - Saturation cible atteinte (maintenir l'Oxygène + vérifier SpO2 toutes les 3 heures)
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Posologie

COVID-19: Selon L'Agence fédérale des médicaments et des produits de santé (Belgique)

- Le débit de l'oxygène est adapté pour cibler une saturation ≥ 92 %
 - Si le débit nécessaire pour atteindre la saturation cible $< 3L$ → un concentrateur $> 3L$ → l'oxygène liquide ou bouteille a O2
 - la saturation > 92 % pendant trois jours successifs → Arrêt de l'oxygénothérapie
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Interactions Médicamenteuses

- Possibilité d'exacerbation de la toxicité pulmonaire de certains médicaments (Bléomycine, amiodarone, nitrofurantoiné).
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Interactions Médicamenteuses

- **Grossesse** : Peut être utilisé
 - **Allaitement** : Peut être utilisé sans risque pour l'enfant.
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Précautions d'emploi

- Durée d'administration : La plus courte possible (seulement 33 % d'entre vous ont coché cette réponse)
 - Surveillance constante par un saturomètre
 - Nouveaux nés : Concentrations efficaces les plus faibles doivent être recherchées afin d'éviter la rétinopathie
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Précautions d'emploi

- Manipuler par du personnel qualifié
 - Matériel à vérifier avant utilisation en préférence par un expert
 - Caissons hyperbares : Pression doit être augmentée et diminuée lentement pour éviter le barotraumatisme.
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Précautions d'emploi

- Risque de combustion et d'incendie n'est pas négligeable (nature oxydante). (31% entre vous ont choisi cette réponse)
 - Risque d'incendie amplifié par la présence d'autres sources de flamme comme le tabac et les substances combustibles (huiles, graisses et crèmes).
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Précautions d'emploi

- Eviter les générateurs d'aérosol : Désodorisants ou alcool (A proximité ou sur le matériel).
 - Utiliser des produits à base d'eau sur les mains, le visage ou à l'intérieur du nez des patients.
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Précautions d'emploi

- Ne pas toucher les parties froides ou givrées du matériel pour éviter les brûlures cryogéniques
 - En cas de fuites : Fermer le robinet ou la vanne d'alimentation du circuit.
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Place de l'oxygène dans la pharmacopée européenne

- 02 monographies portant sur l'oxygène
 - *Oxygène (0417)* : Produit par distillation cryogénique ($\geq 99,5\%$)
 - *Oxygène à 93 per cent (2455) en 2010* : Produit selon un procédé d'adsorption (PSA : *pressure swing adsorption*), « concentrateurs d'oxygène »
-

PHARMACOLOGIE DE L'OXYGÈNE MÉDICAL

Place de l'oxygène dans la pharmacopée européenne

- Concentrateurs PSA actuels : Peuvent produire de l'oxygène avec une teneur nominale de 98,0 %
- Propositions de rajouter une nouvelle monographie pour l'oxygène 98 %
- 62,7% entre vous ne connaissent pas la monographie de l'oxygène médical!

SOURCES DE L'OXYGÈNE

GAZEUX



LIQUIDE



CONCENTRATEUR



SOURCES DE L'OXYGÈNE

L'oxygène gazeux

- Oxygène à 100%
- Conditionnement : Bouteilles d'oxygène comprimé
- Bouteilles de 15 L : En cas de panne d'électricité ou du concentrateur
- Bouteilles de 2 L : Pour la déambulation (Autonomie de 2 H environ pour un débit de 3 L/min).

SOURCES DE L'OXYGÈNE

L'oxygène liquide

- Permet un stockage de très grandes quantités d'oxygène à -183 °C sous un faible volume (1 L de liquide libère 854 L de gaz).
- Délivrée à des débits supérieurs à 5L/min.

SOURCES DE L'OXYGÈNE

L'oxygène sous forme de concentrateur (Extracteurs)

- Appareil électrique qui concentre l'oxygène de l'air ambiant à plus de 90%.
- Débit maximal de gaz : 5L/min (existe aussi des concentrateurs de 8 à 10L/min).

INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

La saturation en oxygène

- Le taux de l'oxygène contenu dans les globules rouges après leur passage dans les poumons
- Saturation artérielle(SaO₂) celle mesurée par analyse des gaz dans le sang
- Saturation pulsée(SpO₂) mesurée par oxymètre de pouls

INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

les normes de saturation en oxygène

- SaO₂: est considérée normale entre 94% et 99%
- SaO₂: est insuffisante entre 90% et 94% (hypoxémie)
- SaO₂: moins de 90% est une désaturation (urgence)

INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

les normes de saturation en oxygène

- SpO₂: normale entre 95% et 100%
- SpO₂: moins de 95% c'est l'insuffisance

INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

- Hypoxie tissulaire à adapter au degré d'hypoxémie



INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

L'oxygénothérapie normobare

- 54.9% entre vous, connaissent ce type et 45.1% n'ont pas connu.
- Méthode de réanimation : Administration continue ou discontinuée sous une pression égale à l'atmosphère dans le but de maintenir ou de rétablir un taux constant d'oxygène dans le sang.

INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

L'oxygénothérapie normobare

Pathologies nécessitant ce type d'oxygénothérapie :

- Insuffisance respiratoire aiguë et chronique
- Crises d'asthme graves
- Algies vasculaires
- Syndrome d'apnée du sommeil
- Etat de choc
- Covid19

INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

L'oxygénothérapie hyperbare

- 51% ne connaissent pas ce qui est l'OHB.
- Administration à une pression supérieure à la pression atmosphérique standard.



INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

L'oxygénothérapie hyperbare

Inhalation d'oxygène pur (O₂ à 100 %) par un sujet placé dans un caisson d'acier ou de polymère, à des pressions supra-atmosphériques (1,5 à 3 ATA) pendant au moins 90 minutes.



INDICATIONS DE L'OXYGÉNOTHÉRAPIE

L'oxygénothérapie hyperbare

Indications dans les situations suivantes:

- Gangrènes gazeuses
- Intoxication au monoxyde de carbone
- BPCO (Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive)
- Surdités brusques
- Accidents de plongée
- Troubles de la cicatrisation

CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Lunettes nasales

- Délivrent un faible débit d'oxygène gazeux au patient.
- L'air respiré est enrichi en oxygène véhiculé depuis une source d'oxygène (bouteille ou réservoir)



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Lunettes nasales

- Plus le débit en oxygène est important (≥ 4 à 6 L/min) :
Préconisation d'humidifier l'air respiré afin de minimiser l'irritation des muqueuses
- Autonomie du patient (Continue à parler, à boire et à se nourrir normalement)



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Masques à oxygène



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Masques à oxygène

- Masque facial simple

Utilisé comme interface pour l'inhalation de l'air, de l'oxygène ou de gaz anesthésique lors de l'induction et du réveil.



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION Masques à oxygène

- Masque à réinspiration partielle (haute concentration)
- Seulement 31.4% entre vous connaissent ce dispositif
- Ce masque est muni d'un sac réservoir qui doit demeurer gonflé à la fois pendant l'inspiration et l'expiration

CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION Masques à oxygène

- Masque sans réinspiration MSRI (haute concentration)
- Le dispositif le moins connu (15.7%) d'après vos réponses
- Système de distribution d'oxygène à faible débit qui est facile à installer et peut insuffler une fraction inspirée d'oxygène (FiO₂)



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION Masques à oxygène

- DTM (Double Trunk Mask)



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION Masques à oxygène

- DTM (Double Trunk Mask)
- «Amplificateur» d'oxygène inhalé. Il permet d'administrer de plus grandes FiO₂ que les systèmes classiques.(économique)
- Le débit d'O₂ minimum doit être de 5 L/min et le risque de ré-inhalation de CO₂ est très faible.
- Association avec canule nasale possible .



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION Masques à oxygène

- CPAP (Continuous Positive Airway Pressure)



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION Masques à oxygène

- CPAP (Continuous Positive Airway Pressure)
- Mode de support ventilatoire qui est couramment utilisé pour traiter le syndrome d'apnée du sommeil.

CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Cathéter transtrachéal



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Cathéter transtrachéal

- Une extension récente en réanimation appliquée aux patients difficiles à intuber.
- L'oxygénothérapie transtrachéale (TTOT) : Peu invasive placée par voie percutanée permettant une utilisation à long terme de l'oxygène.

CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Cloche de HOOD



CONSOMMABLES ET MATÉRIELS DE DISPENSATION

Cloche de HOOD

- Enceinte encéphalique utilisée en pédiatrie et en néonatalité.(21.6% le savaient)
- Peut être placée à l'intérieur d'une couveuse. Il est important de balayer l'enceinte avec un débit d'oxygène suffisant (> 6 L/min).

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

CANADA



L'oxygène est un gaz médical

Les bonnes pratiques de fabrication des gaz médicaux détaillent les conditions que les fabricants doivent respecter pour vendre les gaz médicaux

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

CANADA



Le document intitulé « Home Oxygen Therapy Policy and Administration Manual » est destiné au grand public et contient des informations importantes sur l'oxygénothérapie

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE FRANCE



- Médicament soumis à la réglementation pharmaceutique
 - Dispensation nécessitant une prescription médicale et elle est réservée aux pharmaciens d'officine ou les structures dispensatrices autorisées
-

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE FRANCE



- Au niveau de l'hôpital, les gaz à usage médical destinés à des patients hospitalisés doivent être commandés par un pharmacien de la pharmacie à usage intérieur (PUI) de l'établissement de santé
 - La PUI peut faire assurer la délivrance de l'oxygène par une structure dispensatrice autorisée pour les patients hospitalisés à domicile dans les cas exceptionnelles.
-

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE FRANCE



- Nombreuses formations et webinaires chaque année afin de former les pharmaciens hospitaliers en matière de gestion des gaz médicaux comme " L'établissement de santé face aux gaz à usage médical : risques, réglementation et obligations" organisé par le CAHPP
-

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE FRANCE



Commission locale de surveillance de la distribution des gaz à usage médical:

Un pharmacien responsable référent, désigné par le pharmacien chef doit être un membre.

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE ANGLETERRE



- L'oxygène médical est enregistré comme médicament générique et remboursé par le National Health Service (NHS)
 - La gestion des gaz médicaux dans un hôpital relève de la responsabilité de son pharmacien Chef
-

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE ANGLETERRE



Le comité d'assurance qualité pharmaceutique du NHS, qui opère sous la protection des services de pharmacie spécialisée (SPS) dirige les pharmaciens hospitaliers et leur responsabilités dans la gestion des gaz médicaux y compris l'oxygène

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

ANGLETERRE



Comité des gaz médicaux

- L'évaluation de l'emplacement des installations et lieu de stockage des bouteilles
 - Entretien des systèmes de canalisation
 - Formation du personnel
-

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

ANGLETERRE



Le pharmacien Chef doit démontrer que l'hôpital satisfait aux exigences en matière de fourniture de gaz médical par le biais d'un audit régulier (au moins annuel)

Les résultats de cet audit doivent être communiqués au Comité des gaz médicaux

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

ANGLETERRE



Un cours de courte durée est organisé chaque année par l'Université de Leeds appelé le "NHS Medical Gas for Service Managers" dans le but de former les pharmaciens hospitaliers

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

ANGLETERRE



* Une approche multidisciplinaire est adoptée pour mieux gérer l'oxygène médical

* L'entretien des canalisations relève de la responsabilité des services techniques et immobiliers

* Le contenu des canalisations reste un produit médicinal et relève de la responsabilité du pharmacien

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

EN ALGÉRIE:



Listé en tant que médicaments à surveillance particulière ; dans la liste 2 B

5.9 % entre vous connaissent cette information

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

EN ALGÉRIE:



10% entre vous ont répondu que le pharmacien n'est pas responsable de la gestion de l'oxygène.

Chapitre 9 du JO N°46 :

- Le pharmacien doit assurer le respect des règles du Code de la Santé Publique et des Bonnes Pratiques Hospitalières.
 - Il doit être impliqué dans l'approvisionnement, le contrôle des lots et la gestion des médicaments, gaz et dispositifs médicaux.
-

GESTION DE L'OXYGÈNE MÉDICAL DANS LE MONDE

EN ALGÉRIE:



CIRCULAIRE N°007 /MSP /CAB /MIN DU 09 MARS 1986,
le pharmacien hospitalier participe à la définition des
besoins en gaz médicaux et l'émission des commandes

CONCLUSION

- L'oxygène est un élément indispensable pour l'homme
- L'oxygène médical est un médicament important et précieux de l'arsenal thérapeutique moderne .
- La maîtrise de ses propriétés pharmacologiques et son dispensation est essentiel.

Perspective

D'après vos réponses:

- 48% veulent s'impliquer dans la gestion de ce médicament.
- 19.6% sont contre
- 31.4% sont neutre



Pourquoi ne pas suivre le modèle anglais par exemple pour améliorer la gestion et la dispensation de l'oxygène? pourquoi le pharmacien hospitalier ne gère que les bons de commandes de l'oxygène alors qu'il est le plus concerné par les médicaments ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Natta, Atlas d'anatomie Humaine.
 *Sherwood, Physiologie Humaine.
 *Tobacq.com, <http://www.tobacq.com/medicaments/19034.html>
 *Résumé des caractéristiques du produit - OXYGÈNE MÉDICAL LIQUIDE SOMA, gaz pour inhalation, pour évaporateur Res - Base de données publique des médicaments.
 *Tinsman RD. Oxygen Therapy in COPD. Respir Care. 2018 Jun;63(6):734-748. doi: 10.4187/respcare.06312. PMID: 29784207.
 *Pharmacopée européenne, index, français, 10_1.pdf
 *Tobacq.com, <http://www.tobacq.com/medicaments/19034.html>
 *Delafosse Bertrand, « La médecine hyperbare », 2017-18, n° 18 (2 mai 2017), <https://doi.org/10.1016/j.annrpt.2017.02.017>
 *Vincent Rey, « L'oxygène à l'hôpital », Actuelle Pharmaceutiques 56, n° 576 (1 novembre 2017): 44-48, <https://doi.org/10.1016/j.actph.2017.09.009>
 *Allen Sheila Bussan et al., Soins infirmiers en médecine et chirurgie 2: Fonctions respiratoire, cardiovasculaire et néphrologique (De Boeck Supérieur, 2011).
 *C. Mélie et al., « Les barrières osseuses à haut débit : nouvelle modalité d'oxygénothérapie ou nouvel outil de ventilation non invasive en réanimation pédiatrique ? », Réanimation 23, n° 5 (septembre 2014): 517-22, <https://doi.org/10.1007/s13466-014-0218-5>
 *Bussan et al., Soins infirmiers en médecine et chirurgie 2.
 *D.Franconi, JP Estéba, et C Esclapez, « Question 2 », Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation 22 (août 2003): 28-40, [https://doi.org/10.1016/S0950-7688\(03\)00124-2](https://doi.org/10.1016/S0950-7688(03)00124-2)

Annexe VIII : Evaluation d'apprentissage

CPPH 2022 ASCOP & ANPHA

Structure (CHU, EPH): ...

WILAYA (matricule):

Evaluation de votre apprentissage sur l'oxygénothérapie:

1) Parmi ces propositions, lesquelles sont justes :

- A. Le 10eme élément de tableau de Mendeleïev
- B. Appartient à la famille des chalcogènes
- C. Peu électronégatif
- D. Très électronégatif
- E. Non soluble dans l'eau

2) Concernant les propriétés pharmacologiques de l'oxygène médical, cochez la réponse fausse:

- A. L'oxygène se trouve sous forme dissoute dans le plasma.
- B. L'oxygène est transporté par l'Hémoglobine
- C. Au niveau cellulaire, il joue un rôle essentiel dans la respiration cellulaire
- D. Il est l'accepteur intermédiaire des électrons au cours de la chaîne respiratoire
- E. Il est éliminé sous forme de H₂O et CO₂

3) Parmi ces effets indésirables, lesquelles sont dues à l'oxygénothérapie:

- A. Atélectasie
- B. Insuffisance cardiaque
- C. Formation des radicaux libres
- D. Hypercapnie
- E. Alcalose respiratoire

4) Concernant les saturations cibles au cours de l'oxygénothérapie, cochez les réponses justes :

- A. Cas de la BPCO : entre 88 et 92%
- B. Cas de la BPCO : entre 92 et 94%
- C. Cas du COVID 19 : supérieur à 96%
- D. Cas du COVID 19 : supérieur à 94%
- E. Cas du COVID 19 : supérieur à 92%

5) Concernant les précautions d'emploi de l'oxygène médical, cochez les réponses justes:

- A. La durée d'administration doit être la plus courte possible
- B. Risque d'incendie est négligeable
- C. Dans les caissons hyperbares, les pressions doivent être augmentées et diminuées progressivement.
- D. Il faut éviter l'utilisation des produits de base huileuse
- E. L'utilisation des générateurs d'aérosol est sans aucun risque

6) Selon la Pharmacopée Européenne, la teneur de l'oxygène produit par les concentrateurs PSA est de :

- A. Oxygène 100%
- B. Oxygène 83%

- C. Oxygène 93%
- D. Oxygène 90%
- E. Oxygène 99%

7) La forme qui permet de stocker des grandes quantités de l'oxygène sous un faible volume est:

- A. La forme gazeuse
- B. La forme solide
- C. La forme liquide
- D. Sous forme de concentrateurs
- E. La forme semi-solide

8) Cochez les affirmations en relation avec l'oxygénothérapie normobare:

- A. Une pression supérieure à l'atmosphère
- B. Une pression égale à l'atmosphère
- C. Une pression inférieure à l'atmosphère
- D. Utilisation dans les insuffisances respiratoires aiguës et chroniques
- E. Utilisation dans des états de choc

9) Cochez les affirmations en relation avec l'oxygénothérapie hyperbare:

- A. Elle correspond à une pression supérieure à l'atmosphère
- B. Elle correspond à une pression égale à l'atmosphère
- C. Elle correspond à une pression inférieure à l'atmosphère
- D. Elle utilisée dans les intoxications de monoxyde de carbone
- E. Elle est utilisée en cas de covid19

10) Cochez les réponses justes:

- A. La figure-1- correspond à un masque DECATHLON
- B. La figure-1- correspond à un masque CPAP
- C. La figure-2- correspond à un masque à haut débit
- D. La figure-2- correspond à un masque facial simple
- E. Aucune réponse n'est juste



FIGURE 1



FIGURE 2

Annexe IX : Enquête de satisfaction

Evaluation de satisfaction du cours sur l'oxygénothérapie

1. Le cours a-t-il répondu à vos attentes?

- A. Très bien répondu
- B. Assez bien répondu
- C. Peu répondu
- D. Pas du tout répondu

2. Le cours a-t-il contribué à l'amélioration de votre connaissance sur l'oxygène médical?

- A. Beaucoup contribué
- B. Plutôt contribué
- C. Peu contribué
- D. Pas du tout contribué

3. Comment qualifieriez-vous la présentation POWERPOINT de cours de l'oxygénothérapie ?

- A. Très facile à suivre
- B. Assez facile à suivre
- C. Assez difficile à suivre
- D. Très difficile à suivre

4. Quel est votre degré de satisfaction concernant la clarté du cours ?

- A. Très satisfait
- B. Satisfait
- C. Peu satisfait
- D. Pas Satisfait

Annexe X : DCI des spécialités de l'oxygène médical disponible en Algérie, extrait de LA NOMENCLATURE NATIONALE DES PRODUITS PHARMACEUTIQUES (Juin 2021).

DCI	N°ENREGISTRE MENT	Date d'enregistre ment	Laborato ire détenteu r de la DE	COD E	Forme	Conditionne ment
OXYGÈN E PURETE 99,50 % (SOUS PRESSIO N DE 10 BAR A 15 BAR DE -155° C A -145 ° C)	483/02B 014/13/19	02/12/2013	SIDAL SPA	02 B 014	Gaz pour inhalati on	Réservoir cryogénique mobile
OXYGEN E MEDICIN AL GAZ	483/02 B 014/16	22/02/2016	SIDAL SPA	02 B 014	Gaz liquide pour inhalati on	Bouteille de 5 litres muni de robinet VIPR, BOUTEILLE DE 5 L ET 50 L

Oxygene médicinal liquide	593/ 02 B 016 /99/17	27/07/1997	LINDE GAZ ALGERI E	02 B 016	Gaz pour inhalati on	Réservoir cryogénique mobile 7000 L-12000 L- 26000L
Oxygène médicinal liquide (sous une pression de 1 à 15 bar, de - 180° à - 150°C)	570/02 B 014/21	17/02/2021	CALGAZ ALGERI E / EURL	02 B 014	Gaz pour inhalati on	Récepteur cryogénique mobile de 23 530L

Résumé

L'oxygène médical est un des produits pharmaceutiques vital et à indication majeur pour plusieurs situations pathologiques dont celle qui a marqué l'humanité ces 03 dernières années et c'est la COVID-19. Notre pays a été particulièrement marqué par une gestion de crise d'oxygène lors de la 4^{ème} vague en juillet 2021. Le pharmacien hospitalier a été un des soignants au cœur de cette gestion de crise d'oxygène qu'il a hérité sans le consulter. Notre étude a voulu faire le point sur l'état de gestion de ce gaz médical dans les établissements de santé, cas du CHU Tlemcen, puis établir un état sur la connaissance des pharmaciens hospitaliers concernant l'oxygène médical pour pouvoir proposer une formation à ces professionnels de santé. Pour cela notre travail s'est structuré sur 05 étapes en commençant par faire le point sur ce qui était pratiqué au CHU Tlemcen, puis nous avons fait appel aux pharmaciens hospitaliers d'Algérie (20 wilayas) afin de connaître puis évaluer leurs connaissances sur le sujet s'en ai suivi une dernière étape de satisfaction vis-à-vis du cours qui leur a prodigué. Les résultats étaient sans équivoque à savoir que 40 % des pharmaciens engageaient leur responsabilité en validant les bons de commandes et de livraisons ainsi que la facturation d'oxygène médicale. Un peu plus de 80% d'entre eux ignoraient que la réglementation algérienne liste l'oxygène comme médicament à surveillance particulière et ils ne savaient même pas comment est géré l'oxygène au sein de leur établissement. Un pharmacien sur 2 (49%) souhaitaient s'impliquer beaucoup plus dans la gestion de l'oxygène mais à la condition qu'ils soient formés (82% en faveur de cette formation) car nous avons constaté un manque de connaissance sur les formes de stockage de ce gaz, les différents effets indésirables, ainsi que les précautions d'emploi. Une séance de cours a été élaborée par nos soins et a été très bien appréciée tant sur le plan clarté (91%) que sur la pertinence des points techniques (98%). En conclusion, nous pouvons dire que la gestion de l'oxygène médicale par les pharmaciens hospitaliers est complètement à revoir pour pouvoir assumer les conséquences juridiques de cette tâche. Aussi les pharmaciens ayant un manque flagrant sur le sujet doivent être formés sur les propriétés pharmacologiques et techniques de ce gaz médical pour participer à la sécurisation de l'usage de ce produit pharmaceutique.

Mots clés: Oxygène Médical, Gaz Médical, Oxygénothérapie, Pharmacie Hospitalière, BPDO

Summary

Medical oxygen is one of the pharmaceutical products that is vital and of major importance for a number of pathological situations, including the one that has marked humanity over the past 03 years, and that is Covid-19. Our country was particularly marked by an oxygen management crisis during the 4th wave in July 2021. The hospital pharmacist was one of the caregivers at the heart of this oxygen crisis management that he inherited without being consulted. Our study wanted to evaluate the state of management of this medical gas in health facilities, CHU Tlemcen example, then establish a status report on hospital pharmacists' knowledge of medical oxygen in order to be able to offer training to these health professionals. For this our work was structured on 05 steps starting with an assessment of what was practiced at CHU Tlemcen, then we appealed to the hospital pharmacists of Algeria (20 Wilayas) in order to know and evaluate their knowledge of the subject, a final stage an evaluation of satisfaction with the course that was given to them has followed. The results were unequivocal, namely that 40% of pharmacists took responsibility for validating Oxygen medical orders and deliveries as well as bills for medical oxygen. Just over 80% of them were unaware that the Algerian regulations list oxygen as a specially monitored drug and they didn't even know how oxygen is managed within their facility. One of 2 (49%) pharmacists wanted to be much more involved in oxygen management but on the condition that they were trained (82% in favor of this training) because we found a lack of knowledge about the forms of storage of this gas, the various adverse effects, as well as precautions for use. A course session was developed by us and was very well appreciated both in terms of clarity (91%) and the relevance of the technical points. In conclusion, we can say that the management of medical oxygen by hospital pharmacists must be completely reviewed in order to assume the legal consequences of this task. Also pharmacists with a blatant lack on the subject must be trained on the pharmacological and technical properties of this medical gas to participate in the safety of the use of this pharmaceutical product.

Key words: Medical Oxygen, Medical Gas, Oxygen Therapy, Hospital Pharmacy, GPD of oxygen

ملخص

الأكسجين الطبي هو أحد المنتجات الصيدلانية الحيوية ذات الأهمية الكبيرة لعدد من الأمراض، بما في ذلك تلك التي ميزت البشرية على مدى السنوات الـ 03 الماضية، وهي كوفيد-19. تميزت بلادنا بشكل خاص بإدارة أزمة الأكسجين خلال الموجة الرابعة في جويلية 2021. كان صيدلي المستشفى أحد مقدمي الرعاية في قلب إدارة أزمة الأكسجين التي ورثها دون استشارته. أرادت دراستنا تقييم حالة إدارة هذا الغاز الطبي في المرافق الصحية، حالة المستشفى الجامعي بتلمسان، ثم إنشاء تقرير عن معارف صيادلة المستشفيات بالأكسجين الطبي حتى تتمكن من تقديم التدريب لهؤلاء المهنيين الصحيين. لهذا تم تنظيم عملنا على 05 خطوات بدءاً من تحديد ما يتم ممارسته في المستشفى الجامعي بتلمسان، ثم ناشدنا صيادلة المستشفيات في الجزائر (20 ولاية) من أجل معرفة وتقييم معارفهم بالموضوع، ثم إتباع المرحلة النهائية بتقييم رضا الصيادلة عن الدورة التي قدمت لهم. كانت النتائج لا ليس فيها، أي أن 40% من الصيادلة تحملوا مسؤولية التحقق من صحة أوامر الشراء والتسليم وكذلك فواتير الأكسجين الطبي. ما يزيد قليلاً عن 80% منهم لم يكونوا على دراية بأن القوانين الجزائرية تدرج الأكسجين كنواء خاضع لمراقبة خاصة ولم يعرفوا حتى كيفية إدارة الأكسجين داخل منشآتهم. أراد صيدلي من 2 (49%) أن يشارك بشكل أكبر في إدارة الأكسجين ولكن بشرط أن يتم تدريبهم (82% لصالح هذا التدريب) لأننا وجدنا نقصاً في المعرفة حول أشكال تخزين هذا الغاز، الآثار الجانبية المختلفة، وكذلك احتياطات الاستخدام. لقد نظمنا دورة دراسية وحظيت بتقدير كبير سواء من حيث الوضوح (91%) أو من حيث أهمية النقاط الفنية. في الختام، يمكننا القول إنه يجب مراجعة إدارة صيادلة المستشفيات للأكسجين الطبي بشكل كامل من أجل تحمل العواقب القانونية لهذه المهمة. كما يجب تدريب الصيادلة الذين يعانون من نقص صارخ في هذا الموضوع على الخصائص الدوائية والتقنية لهذا الغاز الطبي للمشاركة في سلامة استخدام هذا المنتج الصيدلاني.

