

Évaluation du risque chimique en milieu de soins : application aux activités de désinfection et stérilisation et aux blocs opératoires dans deux cliniques

Juliane Sillière

▶ **To cite this version:**

Juliane Sillière. Évaluation du risque chimique en milieu de soins : application aux activités de désinfection et stérilisation et aux blocs opératoires dans deux cliniques. Sciences pharmaceutiques. 2014. dumas-00933415

HAL Id: dumas-00933415

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00933415

Submitted on 20 Jan 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Joseph Fourier
GRENOBLE
PHARMACIE

SICD1
Bibliothèques
de l'UJF et de Grenoble INP

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SICD1 de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE

Année : 2014 N°

THESE

POUR L'OBTENTION DU

TITRE DE DOCTEUR EN PHARMACIE

DIPLOME D'ETAT

Juliane SILLIERE
Née le 22 mars 1987 à Chalon sur Saône

Thèse soutenue publiquement à la faculté de Pharmacie de Grenoble le 14 janvier 2014

EVALUATION DU RISQUE CHIMIQUE EN MILIEU DE SOINS. APPLICATION AUX ACTIVITES DE DESINFECTION / STERILISATION ET AUX BLOCS OPERATOIRES DANS DEUX CLINIQUES.

JURY

Président : Monsieur le Professeur B. ALLENET

Membres : Madame le Docteur M-R. MALLARET
Madame le Docteur S. PIRONNEAU
Monsieur le Docteur R. PERSOONS

La Faculté de Pharmacie de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.

UFR de Pharmacie de Grenoble

DOMAINE DE LA MERCI
38706 LA TRONCHE CEDEX – France
TEL : +33 (0)4 75 63 71 00
FAX : +33 (0)4 75 63 71 70

Doyen de la Faculté : **M. le Pr. Christophe RIBUOT**

Vice-doyen et Directeur des Etudes : **Mme Delphine ALDEBERT**

Année 2013-2014

ENSEIGNANTS A L'UFR DE PHARMACIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES (n=12)

BAKRI	Aziz	Pharmacie Galénique et Industrielle, Formulation et Procédés Pharmaceutiques (TIMC-IMAG)
BOUMENDJEL	Ahcène	Chimie Organique (D.P.M.)
BURMEISTER	Wim	Biophysique (U.V.H.C.I)
DECOUT	Jean-Luc	Chimie Inorganique (D.P.M.)
DROUET	Christian	Immunologie Médicale (TIMC-IMAG)
DROUET	Emmanuel	Microbiologie (U.V.H.C.I) -
GODIN-RIBUOT	Diane	Physiologie-Pharmacologie (HP2)
LENORMAND	Jean Luc	Ingénierie Cellulaire, Biothérapies (THEREX, TIMC, IMAG)
MARTIN	Donald	Laboratoire TIMC-IMAG (UMR 5525 UJF-CNRS)
PEYRIN	Eric	Chimie Analytique (D.P.M.)
RIBUOT	Christophe	Physiologie – Pharmacologie (HP2)
WOUESSIDJEWE	Denis	Pharmacotechnie (D.P.M.)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIEN HOSPITALIER (n=6)

ALLENET	Benoit	Pharmacie Clinique (THEMAS TIMC-IMAG/MCU-PH)
CORNET	Murielle	Parasitologie – Mycologie Médicale (LAPM, PU-PH)
DANEL	Vincent	Toxicologie (SMUR SAMU / PU-PH)
FAURE	Patrice	Biochimie (HP2/PU-PH)
MOSSUZ	Pascal	Hématologie (PU-PH-THEREX-TIMC)
SEVE	Michel	Biochimie – Biotechnologie (IAB, PU-PH)

PROFESSEURS EMERITES (n=2)

CALOP	Jean	Pharmacie Clinique (TIMC-IMAG, PU-PH)
GRILLOT	Renée	Parasitologie – Mycologie Médicale (L.A.P.M)

UFR de Pharmacie de Grenoble

DOMAINE DE LA MERCI
38706 LA TRONCHE CEDEX – France
TEL : +33 (0)4 75 63 71 00
FAX : +33 (0)4 75 63 71 70

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
SCIENCES.TECHNOLOGIE.SANTÉ

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES (n=32)

ALDEBERT	Delphine	Parasitologie-Mycologie (L.A.P.M)
BATANDIER	Cécile	Nutrition et Physiologie (L.B.F.A)
BELAIDI-CORSAT	Elise	Pharmacologie Physiologie –(HP2)
BOURGOIN	Sandrine	Biochimie – Biotechnologie (IAB)
BRETON	Jean	Biologie Moléculaire / Biochimie (L.C.I.B – LAN)
BRIANCON-MARJOLLET	Anne	Physiologie Pharmacologie (HP2)
BUDAYOVA SPANO	Monika	Biophysique (I.B.S)
CAVAILLES	Pierre	Biologie Cellulaire et génétique (L.A.P.M)
CHOISNARD	Luc	Pharmacotechnie (D.P.M)
DELETRAZ-DELPORTE	Martine	Droit Pharmaceutique (Equipe SIS « Santé, Individu, Société »-EAM 4128)
DEMEILLIERS	Christine	Biochimie (L.B.F.A)
DURMORT-MEUNIER	Claire	Biotechnologies (I.B.S)
GEZE	Annabelle	Pharmacotechnie (D.P.M)
GILLY	Catherine	Chimie Thérapeutique (D.P.M)
GROSSET	Catherine	Chimie Analytique (D.P.M)
GUIEU	Valérie	Chimie Analytique (D.P.M)
HININGER-FAVIER	Isabelle	Biochimie (L.B.F.A)
JOYEUX-FAURE	Marie	Physiologie - Pharmacologie (HP2)
KHALEF	Nawel	Pharmacie Galénique (TIMC-IMAG)
KRIVOBOK	Serge	Biologie Végétale et Botanique (L.C.B.M)
MELO DE LIMA	Christelle	Biostatistiques (L.E.C.A)
MOUHAMADOU	Bello	Cryptogamie, Mycologie Générale (L.E.C.A)
NICOLLE	Edwige	Chimie Thérapeutique (D.P.M)
OUKACINE	Farid	Chimie Thérapeutique (D.P.M)
PERES	Basile	Pharmacognosie (D.P.M)
PEUCHMAUR	Marine	Chimie Organique (D.P.M.)
RACHIDI	Walid	Biochimie (L.C.I.B)
RAVEL	Anne	Chimie Analytique (D.P.M)
RAVELET	Corinne	Chimie Analytique (D.P.M)
SOUARD	Florence	Pharmacognosie (D.P.M)
TARBOURIECH	Nicolas	Biophysique (U.V.H.C.I.)
VANHAVERBEKE	Cécile	Chimie (D.P.M)

UFR de Pharmacie de Grenoble

DOMAINE DE LA MERCI
38706 LA TRONCHE CEDEX – France
TEL : +33 (0)4 75 63 71 00
FAX : +33 (0)4 75 63 71 70

MAITRE DE CONFERENCE DES UNIVERSITES-PRATICIEN HOSPITALIER (n=3)

BEDOUCH	Pierrick	Pharmacie Clinique (THEMAS TIMC-IMAG/MCU-PH)
BUSSER	Benoit	Pharmacie (MCU-PH-IAB-INSERM)
GERMI	Raphaëlle	Microbiologie (U.V.H.C.I/MCU-PH)

PROFESSEUR CERTIFIE (PRCE) (n=2)

FITE	Andrée	P.R.C.E
GOUBIER	Laurence	P.R.C.E

PROFESSEURS ASSOCIES (PAST) (n=4)

BELLET	Béatrice	Pharmacie Clinique
RIEU	Isabelle	Qualitologie (Praticien Attaché – CHU)
TROUILLER	Patrice	Santé Publique (Praticien Hospitalier – CHU)

PROFESSEUR AGREGE (PRAG) (n=1)

GAUCHARD	Pierre-Alexis	(D.P.M)

ASSISTANTS HOSPITALO-UNIVERSITAIRES (AHU) (n=3)

CHANOINE	Sébastien	Pharmacie Clinique (UF-CHU)
GARNAUD	Cécile	Parasitologie-Mycologie
VAN NOLLEN	**Laetitia**	**Biochimie Toxicologie (HP2-DNTP-BGM)**

MEDAILLE D'OR D'ANNE D'INTERNAT SUPPLEMENTAIRE (n=2)

BERNARD	Delphine	période de 6 mois – novembre 2013 à avril 2014
GAUTIER	Elodie	période de 6 mois – mai 2014 à novembre 2014

DOMAINE DE LA MERCI – 38706 LA TRONCHE CEDEX – France - TEL : +33 (0)4 76 63 71 00 – FAX : +33 (0)4 76 63 71 70

UFR de Pharmacie de Grenoble

DOMAINE DE LA MERCI
38706 LA TRONCHE CEDEX – France
TEL : +33 (0)4 75 63 71 00
FAX : +33 (0)4 75 63 71 70

ATER (n= 3)

BRAULT Julie	ATER	Pharmacologie - Laboratoire HP2 (JR)
GRAS Emmanuelle	ATER	Physiologie-Pharmacologie - Laboratoire HP2 (JR)
LEHMANN Sylvia	ATER	Biochimie Biotechnologie (JR)

MONITEUR ET DOCTORANTS CONTRACTUELS

BEL	Coraline	(01-10-2012 au 30-09-2014)	
BERTHOIN	Lionel	(01-10-2012 au 30-09-2014)	Laboratoire (TIMC-IMAG THEREX)
BOSSON	Anthony	(01-10-2013 au 30-09-2015)	Laboratoire GIN
CAVAREC	Fanny	(01-10-2011 au 30-09-2014)	Laboratoire HP2 (JR)
CHRISTEN	**Aude**	(01-10-2013 au 30-09-2015)	DCM
CRESPO	Xenia	(01-10-2013 au 30-09-2015)	LBGE
LECERF-SHMIDT	Florine	(01-10-2012 au 30-09-2014)	Pharmacochimie (DPM)
LESART	Anne-Cécile	(01-10-2009 au 30-09-2013)	Laboratoire (TIMC-IMAG)
MELAINE	Feriel	(01-11-2011 au 31/10.2014)	Laboratoire HP2(JR)
MORAND	Jessica	(01-10-2012 au 30-09-2014)	Laboratoire HP2 (JR)
NASRALLAH	Chady	(01-10-2011 au 30-09.2013)	Laboratoire HP2(JR)
OUIDIR	Marion	(01-10-2011 au 30-09-2014)	
THOMAS	Amandine	(01-10-2011 au 30-09-2014)	Laboratoire HP2 (JR)

Professeur Invité

NURISSO	**Alessandra**	(01/11/13 au 31/12/2013)

CHU : Centre Hospitalier Universitaire
CIB : Centre d'Innovation en Biologie
DPM : Département de Pharmacochimie Moléculaire
HP2 : Hypoxie Physiopathologie Respiratoire et Cardiovasculaire
IAB : Institut Albert Bonniot, Centre de Recherche « Oncogenèse et Ontogenèse »
IBS : Institut de Biologie Structurale
LAPM : Laboratoire Adaptation et Pathogenèse des Microorganismes
LBFA : Laboratoire Bioénergétique Fondamentale et Appliquée
LCBM : Laboratoire Chimie et Biologie des Métaux
LCIB : Laboratoire de Chimie Inorganique et Biologie
LECA : Laboratoire d'Ecologie Alpine
LR : Laboratoire des Radio pharmaceutiques
TIMC-IMAG : Laboratoire Technique de l'Imagerie, de la Modélisation et de Cognition
UVHCI : Unit of Virus Host Cell Interactions

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes remerciements :

- *Aux membres du jury*

Monsieur Benoit ALLENET, qui a accepté d'évaluer ce travail et de présider mon jury.

Monsieur Renaud PERSOONS, qui a accepté de diriger mon travail. Merci pour le temps que vous m'avez consacré et vos précieux conseils dans la rédaction du manuscrit.

Madame Sophie PIRONNEAU, pour m'avoir accueillie pendant mon stage de master au sein du service de Prévention des Risques Professionnels de la Médecine du Travail Interentreprise de l'Isère et m'a ainsi donné l'opportunité de mettre en application la méthode de hiérarchisation des risques et d'obtenir les résultats présentés dans cette thèse. Merci d'avoir accepté d'être dans mon jury aujourd'hui.

Madame Marie-Reine MALLARET, qui a accepté de faire partie de ce jury. Merci pour votre expertise sur le sujet.

A Marjorie, pour ses nombreuses relectures et ses précieux conseils concernant mon manuscrit. Merci de ta disponibilité et de ta gentillesse.

Madame Sylvette LIAUDY, pour son aide précieuse de recherches bibliographiques ainsi que pour ses conseils avisés sur la mise en forme de la bibliographie.

Madame Anne MAITRE, pour m'avoir proposé ce sujet de thèse lors de notre rencontre à l'occasion de mon master. Merci pour ses conseils et sa disponibilité.

La Clinique Belledonne et la Clinique des Cèdres, pour m'avoir permis de réaliser ce travail au sein de leurs locaux.

❖ *Sans oublier…*

Mes parents, qui ont toujours su m'entourer, m'encourager et me soutenir quels que soient les choix et les épreuves rencontrées. Sans vous, je n'en serais pas là aujourd'hui. Pour votre amour et votre soutien de toujours : MERCI !

Ma sœur, Solène, que j'adore et qui est toujours là pour moi !

Mon frère Pierre-Louis, beaucoup moins présent au quotidien, mais pas moins important à mes yeux !

Aux Pitou : Elyette, Claire, Dorothée et Tess, rencontrées sur les bancs de la fac de pharma de Strasbourg. Cette amitié qui nous lie maintenant m'est indispensable. Pour tous nos moments passés ensemble et les nombreux qui sont encore à venir. Merci d'être telles que vous êtes les poulettes, je vous adore !

Pour finir, merci à Charlotte ! Il n'y a pas de mot pour décrire notre relation… depuis toutes ces années je peux toujours compter sur toi de la même façon ! Merci pour ton amitié sans faille !

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux 11

Liste des figures 12

Liste des abréviations 13

INTRODUCTION 14

PREMIERE PARTIE : LES RISQUES SANITAIRES EN MILIEU DE SOINS 17

1. Contexte et problématique 18
2. Règlementation et définitions 22
2.1. Classification réglementaire de l'Union Européenne des CMR 25
2.2. Classification des CMR par le CIRC 28
3. Les risques sanitaires 30
3.1. Activités de désinfection / stérilisation 30
3.1.1. Généralités 30
3.1.2. Nature et toxicité des substances dangereuses retrouvées dans les activités de désinfection / stérilisation 31
3.1.2.1. Le glutaraldéhyde (numéro CAS 111-30-8) : 31
3.1.2.2. L'acide peracétique (numéro CAS 79-21-0) : 34
3.1.2.3. L'oxyde d'éthylène (numéro CAS 75-21-8) 35
3.1.3. Seuils de toxicité existants 37
3.1.3.1. Atmosphériques 37
3.1.3.2. Biologiques 38
3.1.4. Métrologies des expositions professionnelles 39
3.1.4.1. Métrologies atmosphériques 39
3.1.4.2. Biométrologies 40
3.1.5. Situations dangereuses à évaluer dans les activités de désinfection / stérilisation 40

3.2. Service des blocs opératoires 42
3.2.1. Généralités 42
3.2.2. Nature et toxicité des substances dangereuses retrouvées dans les blocs opératoires 44
3.2.2.1. Gaz anesthésiques 44
3.2.2.2. Fumées chirurgicales 48
3.2.2.3. Ciments orthopédiques 50
3.2.3. Seuils de toxicité existants 51
3.2.4. Métrologies des expositions professionnelles des gaz anesthésiques 52
3.2.5. Situations dangereuses à évaluer dans les blocs opératoires 53
3.2.5.1. Gaz anesthésiques 53
3.2.5.2. Fumées chirurgicales 55

DEUXIEME PARTIE : APPLICATION D'UNE METHODE D'EVALUATION DES RISQUES CHIMIQUES 57

1. Méthodologie 58
1.1. Généralités et description des méthodes disponibles 58
1.2. Choix de la méthode 59
1.3. Description de la méthode retenue 61
1.3.1. Inventaire des produits et identification / caractérisation des dangers 61
1.3.2. Critères d'évaluation de l'exposition 64
1.3.3. Critères de protection 66
1.3.4. Hiérarchisation des dangers et des risques 66
1.4. Mise en application de la méthode 68
1.4.1. Choix des secteurs et activités 68
1.4.2. Démarche 69
1.4.2.1. Organisation 69
1.4.2.2. Inventaire et identification des dangers 69

1.4.2.3. Hiérarchisation des risques 70
1.4.2.4. Rendu des résultats aux cliniques et propositions d'actions correctives .. 70
2. Résultats de l'évaluation 72
2.1. Descriptif des activités / services 72
2.1.1. Activités de désinfection / stérilisation 72
2.1.2. Service des blocs opératoires 73
2.2. Dangers des produits répertoriés 73
2.3. Exposition et risque sanitaire 81
3. Discussion 89
3.1. Intérêts et limites de la méthode utilisée 89
3.2. Discussion des résultats 91
3.3. Recommandations de maîtrise des risques 94
3.3.1. Activités de stérilisation 95
3.3.1.1. Acide peracétique 95
3.3.1.2. Glutaraldéhyde 96
3.3.1.3. Oxyde d'éthylène 97
3.3.2. Service des blocs opératoires 98
3.3.2.1. Gaz anesthésiques 98
3.3.2.2. Fumées chirurgicales 100
3.3.3. Poursuite de la démarche et acteurs 101
CONCLUSION 103
Bibliographie 104
Annexes 112

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les 16 rubriques de la FDS.....23

Tableau 2 : Tableau simplifié et récapitulatif de la classification selon la directive 67/548/CEE.....25

Tableau 3 : Classification selon le règlement CLP.....26

Tableau 4 : Phrases de risque associées aux catégories CMR 1A et 1B.....27

Tableau 5 : Phrases de risque associées aux CMR de catégorie 2.....27

Tableau 6 : Classification du CIRC.....28

Tableau 7 : Symboles de danger associés au glutaraldéhyde.....32

Tableau 8 : Symbole de danger associé à l'acide peracétique.....34

Tableau 9 : Symboles de danger associés à l'oxyde d'éthylène.....35

Tableau 10 : Valeurs limites d'exposition pour le glutaraldéhyde et l'oxyde d'éthylène.....37

Tableau 11 : Valeurs limites d'exposition réglementaires pour l'acide acétique et le peroxyde d'hydrogène, et recommandées pour l'acide peracétique.....38

Tableau 12 : Valeurs fixées par la circulaire DGS/3A/667 bis pour les gaz anesthésiques.51

Tableau 13 : Niveaux de danger selon la toxicité des produits.....62

Tableau 14 : Correspondance entre la classification CLP et la classification CHU des CMR.....63

Tableau 15 : Classes de danger selon les effets provoqués et leurs abréviations.....63

Tableau 16 : Indice de danger selon la classification CHU de l'acide peracétique et du glutaraldéhyde.....64

Tableau 17 : Variables caractérisant l'intensité de l'exposition.....65

Tableau 18 : Variables caractérisant l'efficacité des moyens de protection.....66

Tableau 19 : Formules de calcul des indices de risque de survenue d'un type d'effet.....67

Tableau 20 : Correspondance entre IR et niveau de risque, type de situations.....67

Tableau 21 : Dangers par activité/service des cliniques.....74

Tableau 22 : Scores de risque selon les conditions de manipulation et les protections.....82

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Masque laryngé.....54

Figure 2 : Proportion de produits non dangereux et dangereux retrouvés dans l'inventaire.....79

Figure 3 : Proportion des effets sur la santé 80

Figure 4 : Détail des effets locaux.....80

Figure 5 : Détail des effets systémiques.....80

Figure 6 : Proportion des situations de travail en fonction des niveaux de risque.....85

Figure 7 : Cartouche de chaux sodée et prise murale SEGA.....93

LISTE DES ABREVIATIONS

ACD : Agent Chimique Dangereux

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

CEE : Communauté Economique Européenne

CHU : Centre Hospitalo-Universitaire

CLP : Classification – Labelling – Packaging

CMR : Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique (ou toxique pour le Reproduction)

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse

DU : Document Unique

EPC : Equipement de Protection Collective

EPI : Equipement de Protection Individuelle

ERC : Evaluation des Risques Chimiques

FDS : Fiche de Donnée de Sécurité

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

HPLC : Chromatographie Liquide Haute Performance

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

RCP : Résumé des Caractéristiques du Produit

REACH : Registration, Evaluation, Autorisation of CHemicals

SEGA : Système d'Evacuation des Gaz Anesthésiques

TMS : Troubles musculo-squelettiques

UE : Union Européenne

VLEP : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (8 heures)

VLCT : Valeur Limite à Court Terme (15 minutes)

INTRODUCTION

La prise en compte des risques à l'hôpital est un enjeu important. En effet, la sécurité sanitaire est depuis plusieurs années un sujet incontournable pour les établissements de soins étant donné la gravité des conséquences des incidents et accidents. Le secteur des soins est complexe et couvre une grande variété de professions et de lieux de travail différents. La nature des activités qui sont pratiquées dans ces structures, le nombre et la diversité des professionnels qui y travaillent font de l'hôpital un lieu où l'exposition à des situations potentiellement dangereuses est fréquemment présente. Celles-ci concernent bien évidemment le patient mais également le personnel. Les établissements de santé en sont encore, pour nombre d'entre eux, à une phase débutante de la gestion globale des risques professionnels. Ces structures se préoccupent le plus souvent en priorité d'évaluer et de gérer les risques pour les patients, plutôt que les risques pour le personnel hospitalier.

Pour pouvoir protéger les salariés, il est nécessaire de mettre en place une évaluation des risques professionnels. Il faut dans un premier temps identifier les dangers afin de pouvoir effectuer une évaluation des risques et ainsi permettre, dans la continuité de la démarche, la mise en place d'actions de prévention et de protection. La démarche d'évaluation des risques dans les établissements est bien réglementée grâce à plusieurs textes français et européens. Cependant, leur mise en application peut être vécue comme une contrainte ayant pour seul but de satisfaire aux contrôles de conformité imposés par la législation. Cette sensation de contrainte peut entrainer une mise en application mal adaptée de la démarche (choix de la méthode, rapidité de mise en application, formation et information du personnel). Le processus de gestion des risques doit être centré sur la compréhension des risques et la réduction de leurs effets.

La gestion du risque chimique est importante au sein des structures de soins. En effet, les travailleurs dans le secteur de la santé sont exposés à une grande diversité de produits chimiques tels que les désinfectants, stérilisants, réactifs de laboratoire ou encore les médicaments et notamment les cytostatiques et les anesthésiques. Qu'elles soient permanentes, intermittentes ou fortuites, les expositions aux substances chimiques dangereuses qui sont utilisées dans les établissements de santé sont susceptibles d'affecter le personnel des établissements de santé [36].

Etant donné les niveaux d'exposition qui peuvent survenir aux différents postes de travail, l'utilisation de certaines substances est potentiellement à risque. Parmi ces substances sont

notamment retrouvés les gaz anesthésiques et les produits de désinfection et de stérilisation [13]. Les nombreuses possibilités que le personnel entre en contact avec des produits chimiques lors de ses activités professionnelles montrent l'importance de caractériser les dangers et les situations dangereuses afin de permettre une maîtrise des risques efficace.

L'objectif de cette thèse est de mettre en application une méthode de hiérarchisation des risques chimiques en milieu de soins, appliquée aux activités de désinfection/stérilisation et des blocs opératoires, et de discuter de sa pertinence.
La première partie de ce travail fait état d'une recherche bibliographique concernant les risques professionnels liés au travail en milieu de soins, et plus particulièrement ceux liés aux activités de désinfection / stérilisation et aux blocs opératoires, ainsi qu'aux textes réglementaires se rapportant aux produits chimiques.
La deuxième partie est consacrée à la mise en application d'une méthode d'évaluation dans les secteurs d'activité choisis et la discussion des résultats obtenus.

PREMIERE PARTIE :

LES RISQUES SANITAIRES EN MILIEU DE SOINS

1. Contexte et problématique

Le code du travail définit le **risque** dans l'article R. 4412-4 comme étant « la probabilité que le potentiel de nuisance soit atteint dans les conditions d'utilisation et/ou d'exposition ». Il résulte de la combinaison d'un danger et d'une exposition.
Le **danger**, selon la définition donnée dans la circulaire DRT n°6 du 18 avril 2002, correspond à la propriété ou capacité intrinsèque d'un équipement, d'une substance ou d'une méthode de travail, de causer un dommage pour la santé des travailleurs. La dangerosité des substances ou mélanges (irritant, nocif, corrosif, dangereux pour l'environnement…) est définie par des critères inscrits dans l'article R. 4411-6 du code du travail. Chaque produit possède son propre danger qui dépend de sa structure chimique et qu'il est donc impossible de modifier sans altérer la nature et les propriétés du produit.
L'**exposition** correspond à l'ensemble des conditions de manipulation qui sont susceptibles d'entraîner un contact entre le produit et le manipulateur, et ainsi l'exposer aux dangers de ce produit. L'exposition est un critère modifiable, notamment par la mise en place de protections individuelles et collectives, et est donc maîtrisable. Plusieurs facteurs sont ainsi susceptibles d'influencer le degré de risque tels que le mode d'exposition (cutanée, respiratoire, orale), le degré d'exposition (quantité et durée de manipulation, caractéristiques physico-chimiques du produit, moyens de prévention en place…), ou encore la gravité des effets (aigus, chroniques, effets Cancérogènes – Mutagènes – Reprotoxiques).

Les établissements de santé tiennent déjà compte d'un certain nombre de risques, notamment ceux qui concernent les patients. Les structures de soins possèdent des unités de gestion des risques et des unités d'hygiène. Ces unités peuvent s'appuyer sur les recommandations concernant par exemple les actions de lutte contre les infections nosocomiales notamment menées par les différents CCLIN (Centres de Coordination de la Lutte contre les Infections Associées aux Soins). On pourra également noter l'utilisation de différentes méthodes, maintenant largement utilisées dans les structures de soins, dans le but de maîtriser les risques pour le patient. Il s'agit notamment d'outils méthodologiques permettant l'investigation des évènements indésirables. Leur utilisation doit permettre de classer correctement les facteurs ayant permis la survenue d'un évènement indésirable et ainsi de mieux cerner les actions correctives à mettre en œuvre afin d'éviter qu'il ne se reproduise. Elles peuvent être prospectives ou rétrospectives.

- Méthodes prospectives : elles ont pour but d'effectuer une analyse méthodique des processus afin de prévoir les risques potentiels. Dans cette catégorie, on retrouve notamment la méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité). Il s'agit d'une méthode très utilisée dans de nombreux secteurs industriels souhaitant évaluer la fiabilité d'un processus et les risques inhérents. Appliquée en établissement de santé, elle a un grand intérêt car elle permet d'identifier les défaillances potentielles d'un processus, de décrire les conséquences de ces défaillances sur l'organisation interne ou sur les patients et également de classer les défaillances selon leur criticité (une défaillance est d'autant plus critique qu'elle est fréquente, grave et difficilement détectable). Les processus à analyser en priorité sont ceux qui correspondent à des enjeux forts pour l'établissement du fait de leur impact sur la sécurité des patients (affections liées aux soins, décès,…), leur satisfaction (certification HAS, accréditation, réduction des coûts,…) ou l'organisation interne (formation du personnel, rangement du matériel,…).

- Méthodes rétrospectives : sont retrouvées dans cette catégorie des méthodes telles que la méthode « Arbre des causes » [20], la méthode ALARM (Association of Litigation And Risk Management) [57], la méthode de la JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization) ou encore la méthode Orion® qui peut être appliquée à tous types d'évènements, tant en préventif (*a priori*) qu'en curatif (*a posteriori*).

    - La méthode de la JCAHO par exemple permet de faire une analyse complète des causes lors de la survenue d'un évènement grave. Il sera alors pratiqué une analyse des causes immédiates, qui correspondent à des facteurs individuels, mais également une analyse des causes racines, qui relèvent de facteurs organisationnels, et qui se définissent comme étant des éléments dont la présence est obligatoire pour que l'évènement indésirable survienne [45, 53].

    - La méthode Orion® est une méthode d'analyse systémique facile à apprendre mais néanmoins rigoureuse, divisée en six étapes : 1) collecter les données, 2) reconstituer la chronologie de l'événement, 3) identifier les écarts, 4) identifier les facteurs contributifs et les facteurs influents, 5) proposer les actions à mettre en œuvre, 6) rédiger le rapport d'analyse. Grâce à sa simplicité et à sa quasi-intuitivité, la méthode Orion® est un atout et un outil essentiel contribuant à la sécurité du patient [9]

Pour le personnel, différents dangers sont identifiés. Cependant, certains sont mieux connus que d'autres et leur appréhension en terme d'évaluation n'est pas la même. Ainsi, les risques biologiques, les risques liés aux rayonnements ionisants ou encore les troubles musculo-squelettiques (TMS) sont assez bien connus et souvent évalués. Des risques émergents apparaissent, comme les risques psychosociaux qui sont de plus en plus nombreux, liés notamment au stress au travail.

La diversité importante des situations de travail ainsi que la multiplicité des produits retrouvés en structures de soins font du risque chimique un risque à maîtriser pour le personnel. Nombreux sont les agents susceptibles d'être exposés à des produits chimiques dangereux pour la santé [50]. Malgré cela et bien que bénéficiant d'une législation importante, les risques chimiques sont encore trop peu priorisés et restent bien souvent encore mal connus du personnel soignant. En effet, l'étude menée au CHU de Nantes [54] montre que la perception du risque par le personnel de soin est surtout axé sur les risques psychosociaux (facteur de stress, organisation du travail) mais également beaucoup sur les TMS.

Concernant les produits cancérogènes, l'étude SUMER (SUrveillance MEdicale des Risques professionnels) menée en 2010 a montré que, dans le secteur de la santé, 5,6 % des employés ont été exposés à au moins un produit cancérogène et 0,9 % exposés à au moins trois produits cancérogènes durant la semaine qui a précédé l'enquête. Certains domaines professionnels à prédominance féminine sont concernés par l'exposition aux produits chimiques. En effet, l'enquête a révélé que 6 % des salariés des domaines « santé – action sociale » et « services aux particuliers et aux collectivités » sont exposés. D'autre part, il semblerait que les politiques formalisées de prévention soient plus développées dans les entreprises de plus de 500 salariés. Il existe dans ces structures, une protection collective pour environ 75 % des situations d'exposition à un produit chimique cancérogène [39].

Il s'avère donc nécessaire de mettre en place une **évaluation des risques sanitaires** dont l'objectif est d'étudier les effets potentiels sur la santé que représente une activité afin de pouvoir proposer des mesures compensatoires adaptées (substitution, protections collectives et individuelles…). Il faut pour cela identifier les dangers et les sources d'exposition du personnel afin d'évaluer les risques.

Pour bien saisir l'importance d'effectuer une évaluation des risques chimiques, il est indispensable de définir un certain nombre de termes et notions, ainsi que d'aborder l'aspect réglementaire.

En résumé

La gestion des risques chimiques est un enjeu important au sein des structures de soins. Les travailleurs sont exposés à une variété importante de produits chimiques qui sont susceptibles de présenter des risques pour la santé.

Les risques concernant les patients sont bien pris en compte et relativement bien maîtrisés. Concernant le personnel, un certain nombre de situations dangereuses a pu être identifié et notamment le risque chimique. Ce dernier est encore trop peu priorisé bien que bénéficiant d'une législation importante. Il est nécessaire et important d'identifier les dangers et les sources d'exposition afin de mettre en place une évaluation des risques sanitaires. Le but est d'étudier l'impact sur la santé que représente la manipulation de produits chimiques dans les activités de désinfection / stérilisation et des blocs opératoires.

2. Règlementation et définitions

En France, tout employeur a l'obligation de prendre les mesures nécessaires afin d'assurer la sécurité et de protéger la santé physique et mentale des travailleurs. Ces mesures sont définies dans le code du travail à l'article L. 4121-1 et comprennent :

- Des actions de prévention des risques professionnels et de la pénibilité au travail ;
- Des actions d'information et de formation ;
- La mise en place d'une organisation et de moyens adaptés.

Il est précisé que l'employeur doit veiller à l'adaptation de ces mesures pour tenir compte du changement des circonstances et également tendre à l'amélioration des situations existantes.
Des textes réglementaires européens et français sont là pour guider les employeurs dans la mise en pratique de ces obligations et la mise en place d'une évaluation des risques professionnels. La loi n°91-1414 du 31 décembre 1991, issue de la directive cadre européenne n°89-391 du 12 juin 1989, pose les principes généraux de prévention [23].
Des sanctions sont prévues par le code du travail et décrites à l'article R. 4741-1 en cas de non-respect par l'employeur de ses obligations en termes d'évaluation des risques.

Le dispositif réglementaire sur l'évaluation des risques a été renforcé par le décret 2001-1016 du 5 novembre 2001 portant sur la création du **document unique** (DU) qui a pour but de formaliser les résultats obtenus lors de l'évaluation. Pour y satisfaire, l'employeur doit identifier les dangers et réaliser régulièrement l'inventaire et l'estimation des risques de survenue d'effets sur la santé et la sécurité des salariés dans chaque unité de travail de l'entreprise en faisant l'étude des conditions de manipulation et d'exposition. L'employeur consigne dans son DU son plan de maîtrise des risques. Il doit notamment y noter toutes les informations concernant les dangers présentés par les agents chimiques, les situations de travail et les expositions mesurées ou estimées. Pour ce faire, l'employeur dispose des différentes informations figurant sur les étiquettes des produits et dans les **Fiches de Données de Sécurité** (FDS).

Dès 1988, le Code du Travail impose aux fabricants de fournir une FDS aux employeurs. Depuis le 1er juin 2007, la réglementation européenne sur les FDS relève du titre IV et de l'annexe II du règlement REACH (Registration, Evaluation, Autorisation of CHemicals, c'est-à-dire enregistrement, évaluation et autorisation des produits chimiques). Son titre IV fixe les règles que doivent respecter les fournisseurs de produits chimiques. L'article 31 de ce règlement définit l'obligation de fournir une FDS conforme pour certaines substances et certains mélanges [37]. L'annexe II présente les exigences concernant l'élaboration de la FDS. La FDS a pour but d'informer l'utilisateur et ainsi de mettre en place des mesures de prévention en relation avec le danger et l'utilisation des produits [29]. Elle doit être transmise par le fournisseur à la première livraison d'un produit (Art. R. 4411-73 du code du travail). Ce document doit être daté, rédigé en français et est composé de seize rubriques.

1.	Identification de la substance ou du mélange et de la société ou entreprise	9.	Propriétés physico-chimiques
2.	Identification des dangers	10.	Stabilité du produit et réactivité
3.	Composition et informations sur les composants	11.	Informations toxicologiques
4.	Premiers secours	12.	Informations écotoxicologiques
5.	Mesures de lutte contre l'incendie	13.	Considérations relatives à l'élimination
6.	Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle	14.	Informations relatives au transport
7.	Manipulation et stockage	15.	Informations règlementaires
8.	Contrôles de l'exposition et protection individuelle	16.	Autres informations

Tableau 1 : Les 16 rubriques de la FDS

Il existe des obligations spécifiques pour l'évaluation du risque chimique. En effet, le code du travail prévoit que tout employeur évalue les risques encourus pour la santé et la sécurité des travailleurs pour toute activité susceptible de présenter un risque d'exposition à des Agents Chimiques Dangereux (ACD) (Art. R. 4412-5).

Les notions d'agent chimique et d'ACD sont définies en Annexe 1.

Les règles de prévention du risque chimique sont définies dans le code du travail (articles L. 4412-1 et R. 4412-1 à R. 4412-164) et visent toutes les activités professionnelles où les employés sont exposés, ou susceptibles de l'être, aux produits chimiques [22]. Elles sont basées sur les **principes généraux de prévention** définis dans l'article L. 4121-2 du code du travail :

- Eviter les risques ;
- Evaluer les risques qui ne peuvent être évités ;
- Combattre les risques à la source ;
- Adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé ;
- Tenir compte de l'état d'évolution de la technique ;
- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux ;
- Planifier la prévention en y intégrant, dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment les risques liés au harcèlement moral et au harcèlement sexuel ;
- Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle ;
- Donner les instructions appropriées aux travailleurs.

Le code du travail distingue les mesures à prendre face aux ACD de celles à prendre face aux produits Cancérogènes – Mutagènes – Reprotoxiques (CMR) avérés (catégorie 1A) et supposés (catégorie 1B) (Art. R.4412-59 à R. 4412-93). Le Décret n°2003-1254 relatif à la prévention du risque chimique, explicité par la circulaire DRT n°12 du 24 mai 2006, précise et commente les dispositions à prendre en compte lors de l'évaluation des risques d'exposition aux ACD.

La définition des CMR est donnée en Annexe 1.

Les substances chimiques sont classées en fonction de leur potentiel cancérogène, mutagène ou reprotoxique. Les classifications qui font référence sont celle de l'Union Européenne (UE), qui a valeur règlementaire, et qui est relative aux produits chimiques incluant les CMR, et celle établie par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), qui n'est pas réglementaire, établie uniquement pour les substances cancérogènes.

2.1. Classification réglementaire de l'Union Européenne des CMR

La directive 67/548/CEE concernant la classification et l'étiquetage des substances dangereuses fixe les critères de classification des substances cancérogènes sur la base des éléments scientifiques disponibles, c'est-à-dire des données épidémiologiques ainsi que des études expérimentales.

La directive 67/548/CEE répartit les toxiques en trois catégories :

Catégorie 1	Substance que l'on sait être cancérogène, mutagène ou reprotoxique.
Catégorie 2	Substance devant être assimilée à des substances cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques.
Catégorie 3	Substance préoccupante en raison d'effets cancérogènes, mutagènes ou reprotoxique possibles.

Tableau 2 : Tableau simplifié et récapitulatif de la classification selon la directive 67/548/CEE

Les produits CMR avérés et supposés sont classés en catégories 1 et 2. Les produits classés dans ces catégories répondent aux obligations fixées dans le décret n°2001-97 du 1er février 2001.
Les produits CMR suspectés sont classés en catégorie 3.

Le **règlement CLP** (Classification, Labelling, Packaging, c'est-à-dire classification, étiquetage, emballage) remplace progressivement la législation actuelle (directive 67/548/CEE). Les modifications sont applicables depuis le 1er décembre 2012 pour les

substances, tandis que pour les mélanges les modifications seront applicables au 1er juin 2015. D'ici là, ils doivent être classés selon les deux systèmes puisqu'une période de transition est prévue durant laquelle les deux systèmes coexistent.

Le règlement CLP répartit les toxiques en trois catégories (1A, 1B et 2) :

Cancérogènes	
Catégorie 1A	Substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré (données humaines).
Catégorie 1B	Substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé (données animales)
Catégorie 2	Substances suspectées d'être cancérogènes pour l'homme.
Mutagènes	
Catégorie 1A	Substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est avérée (données épidémiologiques).
Catégorie 1B	Substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est supposée (test *in vivo* sur cellules de mammifères).
Catégorie 2	Substances préoccupantes du fait qu'elles pourraient induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.
Substances toxiques pour la reproduction	
Catégorie 1A	Substances dont la toxicité pour la reproduction humaine est avérée.
Catégorie 1B	Substances présumées toxiques pour la reproduction humaine.
Catégorie 2	Substances suspectées d'être toxiques pour la reproduction humaine

Tableau 3 : Classification selon le règlement CLP [28]

Les produits **CMR avérés** et **présumés** sont les CMR classés respectivement en **catégorie 1A** et **1B**. Ils sont identifiés par une étiquette comportant la mention d'avertissement « Danger » accompagnée d'une mention de danger spécifique (H350, H340 ou H360) et le pictogramme « Danger pour la santé » [21].

Symbole de danger SGH08 – « Danger pour la santé » : 

Substances cancérogènes	H350 : Peut provoquer le cancer
	H350i : Peut provoquer le cancer par inhalation
Substances mutagènes	H340 : Peut induire des anomalies génétiques
Substances toxiques pour la reproduction	H360 : Peut nuire à la fertilité ou au fœtus
	H360F : Peut nuire à la fertilité
	H360D : Peut nuire au fœtus
	H360FD : Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus
	H360Fd : Peut nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus
	H360fD : Peut nuire au fœtus. Susceptible de nuire à la fertilité

Tableau 4 : Phrases de risque associées aux catégories CMR 1A et 1B [21]

Les produits **CMR suspectés** sont classés en **catégorie 2**. Ils sont identifiés par une étiquette comportant la mention d'avertissement « Attention » accompagnée d'une mention de danger spécifique (H351, H341 ou H361) et également du pictogramme « Danger pour la santé ».

Symbole de danger SGH08 – « Danger pour la santé » : 

Substances cancérogènes	H351 : Susceptible de provoquer le cancer
Substances mutagènes	H341 : Susceptible d'induire des anomalies génétiques
Substances toxiques pour la reproduction	H361 : Susceptible de nuire à la fertilité ou fœtus
	H361f : Susceptible de nuire à la fertilité
	H361d : Susceptible de nuire au fœtus
	H361fd : Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus

Tableau 5 : Phrases de risque associées aux CMR de catégorie 2 [21]

2.2. Classification des CMR par le CIRC

La classification du CIRC est établie par des commissions d'experts internationaux. Ces commissions examinent la cancérogénicité éventuelle des produits chimiques, de mélanges complexes, d'expositions professionnelles, d'agents physiques et biologiques, et de facteurs comportementaux.

Le CIRC définit 4 groupes (de 1 à 4) correspondant à des degrés d'indication de cancérogénicité pour l'être humain. Le deuxième est subdivisé en groupes 2A et 2B.

Groupe 1		L'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme
Groupe 2	2A	L'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme
	2B	L'agent (ou le mélange) est un cancérogène possible pour l'homme
Groupe 3		L'agent (ou le mélange) ne peut être classé du point de vue de sa cancérogénicité pour l'homme
Groupe 4		L'agent (ou le mélange) est probablement non cancérogène pour l'homme

Tableau 6 : Classification du CIRC [21]

La circulaire DGT 2010/03 du 13 avril 2010, relative au contrôle du risque chimique sur les lieux de travail a pour objectif de rationaliser la réglementation relative aux contrôles techniques permettant de mesurer l'exposition des travailleurs aux ACD. Elle donne des informations sur les contrôles techniques des **valeurs limites d'exposition professionnelle** (VLEP) et le contrôle des **valeurs limites biologiques** (VLB). Une approche plus globale est faite dans la circulaire DRT n°12 du 24 mai 2006 relative aux règles générales de prévention du risque chimique et aux règles particulières à prendre contre les risques d'exposition aux agents CMR.

Les VLEP atmosphériques sont fixées afin de prévenir la survenue d'effets aigus ou chroniques dus à l'exposition aux polluants présents sur les lieux de travail (voir Annexe 1).

Elles représentent la concentration dans l'air que peut respirer un travailleur pendant un temps déterminé sans risquer d'effets pour sa santé.
Actuellement, au niveau européen, la notion de valeur limite est définie par la directive 98/24/CE du 7 avril 1998. En France, c'est le ministère du travail qui est en charge de fixer et/ou de faire évoluer les valeurs et c'est l'Agence nationale de sécurité sanitaire (ANSES) qui est chargée de la mission d'organiser l'expertise scientifique sur le sujet.

Pour réaliser l'inventaire des produits et déterminer leurs dangers, il faut au préalable identifier les secteurs où des produits potentiellement dangereux peuvent être utilisés.

En résumé

Une réglementation importante est présente en France et au niveau européen afin de guider les employeurs dans la mise en place d'une évaluation des risques professionnels. Ces mesures sont définies dans le code du travail.
Le document unique a pour but de formaliser les résultats de l'évaluation (décret 2001-1016 du 5 novembre 2001).
La fiche de données de sécurité a pour but d'informer et de permettre la mise en place de mesures de prévention. La règlementation REACH vient compléter les obligations de la FDS.
La réglementation sur le risque chimique différencie les mesures à prendre pour les agents chimiques dangereux de celle à prendre pour les produits cancérogènes – mutagènes – reprotoxiques.
La réglementation CLP remplace progressivement la réglementation actuelle. Elle est applicable depuis le 1er décembre 2012 pour les substances et le sera pour les mélanges au 1er juin 2015.
Afin de permettre une maîtrise des risques optimale et de prévenir la survenue d'effets indésirables, aigus ou chroniques, le respect des VLEP définies pour les polluants doit être vérifié.

3. Les risques sanitaires

3.1. Activités de désinfection / stérilisation

3.1.1. Généralités

La **désinfection** est l'opération au résultat momentané qui vise à supprimer le danger lié à la présence de certains micro-organismes. Son but est de réduire le nombre voire d'éliminer les micro-organismes à un niveau tel que le risque de transmission, pour une application particulière, puisse être éliminé.

La **stérilisation** se définit comme étant l'ensemble des méthodes et des moyens mis en œuvre afin d'éliminer tous les micro-organismes vivants (bactéries, spores, virus, champignons, levures et parasites), de quelque nature et sous quelque forme que ce soit. Elle vise globalement à supprimer toute forme de contamination, sans tenir compte de la nature et du danger relatif des diverses espèces de micro-organismes présents.

Dans cette partie, deux activités de désinfection / stérilisation seront abordées. D'une part, les activités effectuées par le service de stérilisation centrale dont la mission est d'assurer le caractère stérile des dispositifs médicaux réutilisables après leur utilisation par les services de soins ou les blocs opératoires. Ce service est sous la responsabilité du pharmacien. D'autre part, les activités de désinfection / stérilisation des endoscopes dont la mission est d'assurer la désinfection / stérilisation du matériel nécessaire aux actes d'exploration des cavités inaccessibles à l'œil. Ce service est sous la responsabilité du médecin et est très souvent rattaché à un pôle de chirurgie.
L'activité même de stérilisation doit se faire sur du matériel préalablement pré-désinfecté et nettoyé. Ces étapes sont importantes afin de garantir une bonne efficacité de la stérilisation dont le but est d'assurer une sécurité optimale pour le patient.

De nombreux facteurs ont un rôle dans l'exposition des salariés pendant les activités de désinfection et de stérilisation. Ces facteurs comprennent notamment le choix du produit et sa composition, le procédé retenu, les conditions locales générales comme les dimensions ou l'aération de la pièce, et également les éléments organisationnels du travail comme la durée de l'activité.

La désinfection des dispositifs médicaux, et notamment des endoscopes, nécessite l'utilisation de produits chimiques dont certains sont toxiques. D'autre part, la désinfection d'instruments peut entrainer des concentrations excessives dans l'air ambiant lorsque la pratique se fait manuellement mais également en cas de nettoyage dans un bain à ultrasons ou encore lors d'emploi de bains de nettoyage en cuve ouverte [7]. De plus, un certain nombre de substances utilisées sont par définition nocives pour la santé ou sont en mesure d'entrainer des sensibilisations cutanées ou respiratoires.

3.1.2. Nature et toxicité des substances dangereuses retrouvées dans les activités de désinfection / stérilisation

Si au niveau des services de stérilisation centrale la quasi-totalité de l'activité de stérilisation utilise des procédés thermiques plutôt que chimiques grâce à des autoclaves à la vapeur d'eau, il n'en est pas de même pour la désinfection et la stérilisation des endoscopes et de tout le matériel thermosensible.

Dans la littérature, trois produits vont principalement être retrouvés lors des activités de désinfection / stérilisation : le glutaraldéhyde, l'acide peracétique et l'oxyde d'éthylène.

3.1.2.1. Le glutaraldéhyde (numéro CAS 111-30-8) :

Les endoscopes étant thermosensibles, ils ne peuvent suivre les méthodes classiques de désinfection et de stérilisation à chaud. Le glutaraldéhyde s'est imposé comme étant le désinfectant à froid incontournable dans les unités d'endoscopie puisqu'il possède une forte activité biocide sur de nombreux germes y compris le bacille de Koch, le virus de l'hépatite B et le virus de l'immunodéficience humaine [52]. C'était jusqu'en 2003 le principe actif

presque exclusivement utilisé pour la désinfection à froid du matériel thermosensible, en application de la circulaire DGS/DH n°96-236 du 2 avril 1996 relative aux modalités de désinfection des endoscopes dans les lieux de soins. Cette dernière a été abrogée par la circulaire DHOS/E2/DGS/SD5C n°2003-591 du 17 décembre 2003 relative aux modalités de traitement manuel pour la désinfection des endoscopes non autoclavables dans les lieux de soins [56].

Il s'agit d'un composé organique de formule brute $C_5H_8O_2$ qui possède deux fonctions carbonyles. Le glutaraldéhyde est très réactif et capable de polymériser en présence d'eau. C'est également un agent réducteur puissant qui peut réagir vivement avec les acides forts et les agents oxydants [25]. Il est étiqueté, concernant la santé, « Danger » H301, H314, H317, H331, H334 (voir Annexe 2) selon la règlementation CLP et possède les symboles de danger suivant :

 SGH05 « Corrosif »	 SGH06 « Toxique »	 SGH08 « Danger pour la santé »

Tableau 7 : Symboles de danger associés au glutaraldéhyde

Les effets actuellement décrits chez l'homme sont une **irritation** importante de la peau, de l'œil et des voies respiratoires ainsi que des allergies cutanées et respiratoires, aucune étude n'a mis en évidence un effet cancérogène, mutagène ou reprotoxique pour l'homme [25, 52].

- ✓ Toxicité aiguë

La sévérité de l'irritation est fonction de la concentration et de la durée d'exposition. La projection oculaire d'une solution dont la concentration est supérieure à 1% peut provoquer une conjonctivite et une érosion cornéenne. Un contact cutané peut provoquer de sévères brûlures chimiques. Des lésions corrosives cutanées et oculaires peuvent survenir à des concentrations de l'ordre de 15 à 20%. L'inhalation des vapeurs se manifeste cliniquement par des signes d'irritation et de gêne des voies respiratoires se traduisant par une irritation

du nez et de la gorge, ainsi qu'une toux accompagnée parfois d'une oppression thoracique. Ces signes peuvent survenir lors d'expositions inférieures à la VLCT de 0,2 ppm. Quand la concentration atmosphérique dépasse 0,3 ppm on observe généralement des signes d'irritation oculaire associés. En milieu de soins où les niveaux d'exposition sont modérés, les signes irritatifs sont rapidement réversibles avec l'éviction du produit [25, 46].

- ✓ Toxicité chronique

Les symptômes les plus fréquemment rapportés sont les irritations oculaires (picotements, larmoiements, sécheresse, gonflement), ORL (rhinites avec possible épistaxis récidivants, éternuements) et respiratoires (toux). Ces signes peuvent être présents même lorsque la VLEP est respectée. Des nausées, des céphalées ou encore une asthénie ont également été décrits. Au niveau de la peau, les contacts répétés peuvent provoquer une dermatose de contact d'abord d'aspect vésiculeux typique de l'eczéma qui laisse rapidement place à une dermatite squameuse et/ou fissurée. Des essais cliniques effectués sur volontaires sains ont montré que la concentration seuil de sensibilisation est de 0,5%.
Des rhinites, rhino-conjonctivites et asthmes allergiques sont susceptibles de survenir en cas d'expositions répétées à des vapeurs ou des aérosols de glutaraldéhyde. Le mécanisme physiopathologique de l'asthme reste cependant plutôt incertain. Il peut être la traduction d'une dysfonction réactive des voies aériennes consécutives aux effets irritants du glutaraldéhyde ou être en rapport avec un mécanisme immuno-allergique [25]. La biotransformation rapide dans l'organisme ainsi que l'élimination du produit limitent les risques de toxicité cumulative du produit dans l'organisme [46].

- ✓ Effets CMR :

Les propriétés CMR étudiées sur les animaux ont été peu concluantes. Au niveau humain, des études rétrospectives ont été menées et n'ont pas réussi à montrer de corrélation entre exposition au glutaraldéhyde et avortement spontané [46].

Le glutaraldéhyde est de moins en moins utilisé. En effet, la circulaire DGS/5C/DHOS/E2 n°2001-138 du 14 mars 2001 a classé le glutaraldéhyde dans les produits inefficaces contre les agents transmissibles non conventionnels (ATNC) que sont les prions et serait même susceptible de fixer fortement l'infectiosité résiduelle [56].

L'acide peracétique est classé comme partiellement efficace contre les ATNC, il tend à remplacer le glutaraldéhyde pour la désinfection du matériel [56].

3.1.2.2. L'acide peracétique (numéro CAS 79-21-0) :

Il est actuellement le principe actif le plus couramment utilisé dans les solutions désinfectantes présentes sur le marché français pour la désinfection à froid des endoscopes [56].
Il s'agit d'un oxydant puissant capable de réagir violemment voire de façon explosive en cas de contact avec certains composés comme l'anhydride acétique ou les solvants éthérés par exemple. L'acide peracétique en solution aqueuse attaque la plupart des métaux avec dégagement gazeux d'hydrogène, ainsi que certains matériaux plastiques comme le polycarbonate ou le polyurétane [24].
Il est étiqueté, concernant la santé, « Danger » avec les phrases H302, H312, H314, H332 (voir Annexe 2) selon le règlement CLP et du symbole de danger suivant :



SGH05 « Corrosif »

Tableau 8 : Symbole de danger associé à l'acide peracétique

Il existe très peu de données disponibles chez l'homme.
Le **caractère corrosif** du produit laisse supposer des effets sur la peau, l'œil, le tractus digestif ou respiratoire selon la voie d'exposition. En exposition aiguë, il a été rapporté, lors d'expositions à des concentrations allant de 3 à 8 mg/m^3 de produit dilué, des irritations des yeux et des voies respiratoires.
De même concernant l'exposition chronique au produit, il n'existe pas d'enquêtes épidémiologiques. Il a cependant été rapporté dans certaines études une irritation des yeux, du nez et de la gorge ainsi que des gingivites modérées au niveau des arcades dentaires antérieures. Lors d'expositions cutanées à des solutions à 0,1 % d'acide peracétique, il a pu

être observé des irritations modérées avec érythèmes et desquamation de la peau. Aucune donnée n'a cependant été publiée sur le potentiel pouvoir allergisant du produit [24].

3.1.2.3. L'oxyde d'éthylène (numéro CAS 75-21-8)

De moins en moins utilisé à cause de sa forte toxicité, l'oxyde d'éthylène n'en reste pas moins un agent efficace pour les stérilisations délicates de produits thermolabiles. La stérilisation par l'oxyde d'éthylène ne doit être utilisée que si aucun autre moyen de stérilisation appropriée n'existe. Il peut être utilisé selon deux procédés : à surpression avec mélange d'oxyde d'éthylène et de gaz inerte, ou à dépression avec de l'oxyde d'éthylène pur. Ces deux procédés sont réalisés dans des appareils automatiques [48].
Il s'agit d'un composé extrêmement réactif qui peut réagir violemment ou peut polymériser de façon explosive à haute température ou en cas de contamination (acides, bases, sels, matériaux combustibles, oxydants, chlorures de fer, d'aluminium, de bore et d'étain, les oxydes de fer et d'aluminium).
Il est étiqueté, concernant la santé, « Danger » H315, H331, H335, H340, H350 (voir Annexe 2) selon la règlementation CLP et des symboles de danger suivant :

 SGH06 « Toxique »	 SGH08 « Danger pour la santé »

Tableau 9 : Symboles de danger associés à l'oxyde d'éthylène

Cet agent est **irritant** pour la peau et les muqueuses et possède un effet **sensibilisant**. Il peut provoquer des réactions, notamment au niveau du système nerveux central et périphérique. Il est également **génotoxique** et **cancérogène** [27, 48].

- ✓ Effets aigus et subaigus :

En cas d'inhalation brève d'une forte concentration de gaz, des phénomènes d'apparition rapide d'irritation des yeux et des voies respiratoires, comprenant dyspnée, cyanose, voire

œdème pulmonaire, peuvent être observés. Une intoxication aiguë, à des concentrations très supérieures aux valeurs limites fixées actuellement, peut également provoquer des troubles digestifs comme des nausées / vomissements, diarrhées ainsi que des troubles neurologiques comprenant des céphalées, des somnolences, des faiblesses musculaires ou encore des incoordinations de mouvements voire des convulsions.
Un contact direct avec l'oxyde d'éthylène sous sa forme liquide mais également gazeuse peut provoquer des réactions d'irritation cutanée (dermatites aéroportées concernant l'exposition au gaz) et oculaires qui sont dépendantes de la concentration et de la durée d'exposition. Des lésions de type brûlures ont pu être observées de manière retardée avec apparition de cloques. Quelques cas de dermatoses allergiques ont été décrits mais restent a priori exceptionnels.

Des cas d'hémolyse ont été rapportés suite à l'utilisation de matériel insuffisamment dégazé après stérilisation par l'oxyde d'éthylène [27].

Des cas de neuropathies sensitivo-motrices généralement réversibles ont été observés lors d'expositions prolongées à des concentrations supérieures aux valeurs limites fixées. Ces neuropathies se traduisent par une fatigabilité musculaire et une hypoesthésie profonde et périphérique. Des cas de neuropathies centrales ont également été recensés lors d'exposition à des concentrations supérieures à 10 ppm [27, 48].

Au niveau oculaire, des opacifications du cristallin ont pu être observées pour des expositions à des concentrations beaucoup plus élevées que les VLEP. Cependant, des expositions à plus faibles doses sont tout de même susceptibles de provoquer des cataractes [27].

- ✓ <u>Effets cancérogènes :</u>

L'oxyde d'éthylène est un agent alkylant et a été classé **cancérogène** de **catégorie 1B** selon la **classification CLP** et de **catégorie 1** par le **CIRC** suite à différentes études qui montrent une augmentation de l'incidence des leucémies lymphocytaires, lymphomes non hodgkiniens, et de façon plus générale des cancers lymphocytaires et hématopoïétiques. Par ailleurs, une étude Suédoise a mis en évidence une augmentation du nombre de cancers de l'estomac chez des travailleurs d'une usine de production d'oxyde d'éthylène [27].

✓ Effets mutagènes :

L'oxyde d'éthylène est **génotoxique** du fait de ces propriétés alkylantes, ce qui en fait un risque majeur pour l'homme. Cet agent semble avoir un effet sur la fréquence des anomalies génétiques. En effet, des augmentations de la fréquence des échanges de chromatides sœurs et des aberrations chromosomiques au niveau des lymphocytes ont été observées que ce soit après une exposition aiguë ou chronique [27].
L'oxyde d'éthylène est classé **mutagène de catégorie 1B** par la **classification CLP**.

✓ Effets reprotoxiques :

Des études ont montré une augmentation du risque de fausse couche spontanée ainsi qu'un dérèglement de la durée de gestation normale (allongement ou écourtement). D'autres études s'étant révélées négatives, il semble important de tenir compte des niveaux d'exposition et notamment des pics de pollution au cours de certaines activités.

3.1.3. Seuils de toxicité existants

3.1.3.1. Atmosphériques

Des VLEP indicatives dans l'air des locaux de travail ont été établies en 1996 pour le **glutaraldéhyde**. Les VLEP ont été fixées pour l'**oxyde d'éthylène** en 1993.

	ppm	mg/m³
Glutaraldéhyde		
VLEP (8 heures)	0,1	0,4
VLCT (15 minutes)	0,2	0,8
Oxyde d'éthylène		
VLEP (8 heures)	1	-
VLCT (15 minutes)	5	-

Tableau 10 : Valeurs limites d'exposition pour le glutaraldéhyde et l'oxyde d'éthylène [25, 27]

Actuellement aucun pays n'a fixé de valeurs limites pour l'**acide peracétique**. Cependant, l'acide peracétique résulte de la réaction équilibrée entre l'acide acétique et le peroxyde d'hydrogène qui possèdent tous deux des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaires indicatives (voir le tableau 11).
L'INRS a mené une étude toxicologique à l'aide d'un test normalisé afin d'estimer la concentration en dessous de laquelle aucun trouble irritatif respiratoire et/ou oculaire ne se manifestait. Sur la base de cette étude et des recommandations des hygiénistes américains, l'INRS a proposé une VLCT et une VLEP (voir le tableau 11) [17].

	ppm	mg/m³
Acide acétique		
VLEP (8 heures)	-	-
VLCT (15 minutes)	10	25
Peroxyde d'hydrogène		
VLEP (8 heures)	1	1,5
VLCT (15 minutes)	-	-
Acide peracétique		
VLEP (8 heures)	0,2	-
VLCT (15 minutes)	0,5	-

Tableau 11 : Valeurs limites d'exposition réglementaires pour l'acide acétique et le peroxyde d'hydrogène, et recommandées pour l'acide peracétique [17]

3.1.3.2. Biologiques

L'**oxyde d'éthylène** forme dans le sang des adduits avec l'hémoglobine, N-(2-hydroxy-éthyl)valine, dont la mesure peut servir d'**indicateur biologique d'exposition** (IBE). Ce paramètre serait le témoin de l'exposition des quatre derniers mois. Le métabolite urinaire de l'oxyde d'éthylène, l'acide 5-(2-hydroxyéthyl)mercapturique, peut également être un indicateur biologique. Le prélèvement est effectué en fin de poste et ce paramètre semble bien corrélé à l'exposition du jour même. Il n'existe cependant, pour aucun de ces paramètres, de valeurs guides dans la législation française [27].

Il n'existe pas d'IBE pour le suivi biologique de l'exposition à l'acide peracétique et au glutaraldéhyde.

3.1.4. Métrologies des expositions professionnelles

3.1.4.1. Métrologies atmosphériques

Une métrologie atmosphérique est possible et adaptée pour le **glutaraldéhyde** du fait d'effets irritatifs et d'une absorption respiratoire. Le dosage se fait par chromatographie liquide haute performance (HPLC) avec détection UV. Le prélèvement peut être effectué par passage de l'air au travers d'un tube rempli de gel de silice imprégné de 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH), au travers d'une cassette porte-filtre contenant deux filtres en fibre de verre imprégnés de 2,4-DNPH. Il se forme un dérivé, le diphénylhydrazone, qui peut être dosé soit avec de l'acétonitrile pur, soit avec un mélange d'acétonitrile et de dichlorométhane [25].

L'exposition atmosphérique à l'**acide peracétique** peut être mesurée par des métrologies individuelles. L'analyse est réalisée par HPLC avec détection UV à 224 nm. Il est nécessaire que le mode de prélèvement prenne en compte la présence dans l'atmosphère d'un mélange d'acide acétique, de peroxyde d'hydrogène et d'acide peracétique. La méthode retenue par l'INRS dose l'acide peracétique en milieu basique. Dans ces conditions, l'acide peracétique oxyde quantitativement les sulfoxydes organiques en sulfones. Afin de prélever l'acide peracétique atmosphérique, il faut utiliser un tube de verre dans lequel est conditionné un gel de silice préalablement traité par du carbonate de sodium avec du méthyl-p tolyl sulfoxyde (MTSO). Une fois le prélèvement effectué, les tubes sont désorbés par percolation d'acétonitrile puis analysés [17].

Le dosage atmosphérique de l'**oxyde d'éthylène** peut se faire par prélèvement de l'air au travers d'un tube rempli d'un support absorbant comme du charbon actif. Le support est imprégné d'acide bromhydrique ce qui permet de transformer l'oxyde d'éthylène en 2-bromoéthanol. Une fois désorbé par un solvant approprié (éthanol en présence de bicarbonate de sodium, méthanol ou diméthylformamide), le 2-bromoéthanol formé peut alors être dosé par de l'heptafluorobutyrylimidazole par chromatographie en phase gazeuse (CPG) avec détection par ionisation de flamme ou capture d'électrons [27].

Afin de déterminer rapidement s'il y a présence d'oxyde d'éthylène dans l'air, une première approche peut être réalisée grâce à un appareil à réponse instantanée. Ces appareils sont

équipés d'un tube réactif colorimétrique, type Dragër ou Gastec par exemple. Cependant ces appareils ne sont pas en mesure d'assurer la sélectivité et la précision permettant une comparaison avec les VLEP. Par ailleurs, ils ne sont pas la méthode de référence et permettent juste d'évaluer de façon approximative la présence ou non d'oxyde d'éthylène.
Il existe également des détecteurs de gaz spécifiques capables de fournir en temps réel une indication de la concentration atmosphérique du gaz [27]. C'est le cas par exemple de spectromètres infra-rouges tels que les analyseurs MIRAN SapphIRe, ou encore le Gasmet DX4040.

3.1.4.2. Biométrologies

Concernant l'exposition à l'oxyde d'éthylène, il est également possible de faire une surveillance biologique de l'exposition. Pour cela, deux composés peuvent être dosés. D'une part, le dosage des **adduits à l'hémoglobine** N-(2-hydroxy-éthyl)valine sanguine. Ce paramètre, sensible pour apprécier des expositions inférieures à 0,5 ppm, serait le reflet de la charge corporelle et le témoin de la charge des quatre derniers mois. Il n'est cependant pas spécifique et peut être retrouvé chez les personnes tabagiques. D'autre part, le dosage de l'acide 5-(2-hydroxyéthy)mercapturique, **métabolite urinaire** de l'oxyde d'éthylène, peut être effectué pour proposer une surveillance biologique des expositions en fin de poste. Ce paramètre serait en effet bien corrélé à l'exposition du jour même.

Il convient de prêter attention au fait que les deux composés sont susceptibles d'être retrouvés chez des sujets non professionnellement exposés, notamment chez les fumeurs. Ce manque de spécificité rend l'interprétation des valeurs difficile s'il n'y a pas d'antériorité.
Par ailleurs, il n'existe aucune valeur seuil dans les normes françaises pour ces paramètres [27].

3.1.5. Situations dangereuses à évaluer dans les activités de désinfection / stérilisation

Les activités de désinfection et de stérilisation du matériel thermosensible se font le plus souvent dans des bacs où les instruments et endoscopes sont mis à tremper afin d'être nettoyés et désinfectés. Les circonstances d'exposition pour le personnel sont donc

essentiellement lors de la manipulation des bains de trempage. Les risques principaux sont l'inhalation et les projections lors de l'immersion du matériel ainsi que les renversements en cas de déplacement du bac lorsqu'il est plein, notamment lors du remplacement de la solution de trempage [56].
Les produits détergents et désinfectants ont très souvent des propriétés irritantes ou corrosives lorsqu'ils sont en contact avec la peau et les muqueuses. Ils peuvent provoquer des lésions à type d'irritation et/ou de sensibilisation, les deux mécanismes étant souvent intriqués [56]. Au niveau cutané on retrouvera donc fréquemment de l'eczéma et des dermatites, au niveau oculaire des irritations, conjonctivites et au niveau respiratoire de la toux, une gêne respiratoire ou encore de l'asthme.

Les produits utilisés sont très souvent volatils. Il y a donc un risque inhalatoire non négligeable. Il s'agit d'ailleurs du principal risque d'exposition à l'oxyde d'éthylène, utilisé sous sa forme gazeuse pour la désinfection / stérilisation. Cette exposition peut être causée par d'éventuelles fuites dans les conduites d'amenée aux appareils automatiques ou par l'ouverture des bacs à désinfection / stérilisation qui n'ont pas été ventilés ou de manière insuffisante [7].

L'**oxyde d'éthylène** possède un pouvoir stérilisant grâce à sa capacité à réagir avec les molécules organiques des cellules dans le but de limiter voire d'inhiber leurs fonctions, sans distinction entre cellules bactériennes, fongiques, virales ou humaines ce qui entraine un risque potentiel pour la santé humaine [48].

L'utilisation du **glutaraldéhyde** lors de la désinfection des endoscopes expose les travailleurs du milieu de la santé. Cette exposition est étroitement corrélée à différents facteurs : la fréquence d'utilisation, la concentration du produit dans la solution, le procédé de rinçage, la taille et la ventilation de la pièce. Le procédé de rinçage des endoscopes est souvent long et peut impliquer pour le manipulateur un contact cutané non négligeable et également l'inhalation des vapeurs de façon simultanée. En effet, les endoscopes sont souvent immergés et sortis des bains à la main, ce qui implique un risque de réactions cutanées comme des irritations ou des allergies. D'autre part, dans certaines structures, les pièces dédiées à la désinfection des endoscopes sont de petites tailles et possèdent une ventilation insuffisante [46].

Aux concentrations utilisées pour la désinfection, **l'acide peracétique** est irritant. Il peut être absorbé par l'organisme par inhalation, contact cutané et ingestion accidentelle, souvent par les mains contaminées portées à la bouche [24]. Comme pour le glutaraldéhyde, qu'il remplace peu à peu, l'exposition à l'acide peracétique est corrélée à la fréquence d'utilisation, à la dilution du produit ainsi que la taille et la ventilation de la pièce. Concernant l'exposition des manipulateurs aux risques de projections et d'inhalation de vapeurs, les phases critiques identifiées sont [56] :

- la préparation du bain ;
- la manipulation des dispositifs médicaux lors du trempage et du retrait du bain ;
- la vidange des bacs.

3.2. Service des blocs opératoires

3.2.1. Généralités

L'Académie Nationale de Médecine définit le bloc opératoire comme étant une enceinte dédiée aux actes invasifs, à des fins diagnostiques et/ou thérapeutiques, réalisés en ayant recours aux équipements adéquats et en regroupant toutes les compétences médicales et paramédicales nécessaires afin d'assurer la sécurité des patients.

Le personnel des blocs opératoires est potentiellement exposé à des risques chimiques du fait de l'utilisation de **gaz anesthésiques**, de la présence de **fumées chirurgicales** ou encore la présence de **résines méthacrylates** dans les blocs orthopédiques.

Les gaz anesthésiques sont des médicaments volatils, halogénés ou non (protoxyde d'azote), de faible solubilité, utilisés pour l'anesthésie générale par inhalation. Ils sont administrés pour l'induction de l'anesthésie, si celle-ci n'est pas faite par voie intraveineuse, et le maintien de l'anesthésie. Le choix du produit anesthésique, la méthode d'administration ou encore la durée de l'intervention jouent un rôle important dans le risque d'exposition des salariés. De même, des critères d'ordres généraux comme la taille de la salle, sa ventilation et la présence

d'un Système d'Evacuation des Gaz Anesthésiques (SEGA) sont des critères importants à prendre en compte afin d'évaluer les risques liés à ces produits.

Les techniques de chirurgies peu invasives utilisées pour la résection ou la cautérisation des tissus mettent en œuvre l'action de la chaleur. Le transfert d'énergie thermique au tissu peut se faire de différentes façons :

- Par ondes optiques, pulsées ou continues, grâce à un laser. Le choix du laser (Argon, monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, rubis…) dépend d'une part des indications médicales (énergie/intensité souhaitée, type de tissu) et d'autre part des propriétés physiques du tissu (réflexion, absorption, dispersion de la chaleur) ;
- Par un courant électrique, avec les appareils électrochirurgicaux ;
- Par ultrasons.

Il y a lors de ces opérations une production de produits de pyrolyse, appelés fumées chirurgicales, auxquels le personnel est exposé. Des études effectuées *in vitro* et quelques tests sur les animaux ont permis d'avancer l'hypothèse que ces fumées peuvent présenter des dangers pour la santé du personnel exposé aux blocs opératoires, en plus de la gêne olfactive occasionnée [12, 33]. Cependant, ces dangers sont insuffisamment pris en compte dans les établissements de soins, et les recommandations de prévention ne sont généralement pas appliquées comme il le faudrait [12].

On retrouve au sein des blocs opératoires orthopédiques des risques chimiques plus spécifiques liés à la manipulation de ciment osseux qui est un matériau fréquemment utilisé en chirurgie orthopédique. Il s'agit de substances adhésives utilisées pour fixer les prothèses et pour consolider l'os en cas de fracture difficile. Les résines synthétiques, à base de méthacrylate de méthyle (Numéro CAS 80-62-6) polymérisé, sont communément employées à cet effet.

3.2.2. Nature et toxicité des substances dangereuses retrouvées dans les blocs opératoires

3.2.2.1. Gaz anesthésiques

Les substances dangereuses suivent une classification et sont étiquetées selon des règles bien précises. Les produits pharmaceutiques dangereux, dont font partie les gaz anesthésiques, sont soumis à la législation concernant spécifiquement les produits pharmaceutiques dans l'article 1er de la directive 67/548 CEE [7].

Actuellement, les gaz les plus souvent employés sont des agents volatils halogénés tels que le **sévoflurane (Sévorane® - Numéro CAS 28523-86-6)** et le **desflurane (Suprane® - Numéro CAS 57041-67-5)** éventuellement associé à du **protoxyde d'azote (N_2O - Numéro CAS 10024-97-2)**. Dans la littérature, on trouve encore beaucoup de références à des gaz qui sont encore employés pour certains et abandonnés pour d'autres comme l'**halothane (Fluothane® - Numéro CAS 151-67-7)**, l'**isoflurane (Forane® - Numéro CAS 26675-46-7)** ou encore l'**enflurane (Ethrane® - Numéro CAS 13838-16-9)**. En France, à l'heure actuelle, ce sont **l'isoflurane**, le **desflurane** et le **sévoflurane** qui sont les plus utilisés. L'halothane n'est administré que dans des conditions particulières, à savoir essentiellement en chirurgie pédiatrique. Sa toxicité cardiaque et hépatique a provoqué son quasi abandon en France. L'enflurane est pratiquement abandonné également du fait de sa toxicité. En effet, à dose anesthésique l'enflurane peut entrainer une stimulation nerveuse centrale épileptogène [48]. D'autre part, sa toxicité hépatique est moindre que pour l'halothane mais reste non négligeable. Le protoxyde d'azote se trouve quant à lui sous forme de mélange avec l'oxygène dont la proportion varie de 50 à 70% et son utilisation dépend de l'anesthésiste et de l'intervention. Par exemple, le protoxyde d'azote se trouve en mélange équimolaire avec l'oxygène (méopa) dans la spécialité Kalinox® qui possède une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) pour la sédation des douleurs provoquées par les soins ou les gestes invasifs [52].

L'absorption des anesthésiques gazeux est exclusivement respiratoire. Ils se distribuent dans tous les tissus et passent la barrière placentaire ainsi que dans le lait maternel. Les anesthésiques gazeux sont de puissants dépresseurs du système nerveux central. Y être exposé peut provoquer une altération de la conscience, de la vigilance et également des

centres respiratoires bulbaires [52]. Des effets secondaires leurs ont été attribués et ce dès le début de leur utilisation comme par exemple une toxicité neurologique et hématologique, des hépatites pour l'halothane, des insuffisances rénales pour le sévoflurane [38].

Le protoxyde d'azote possède une toxicité propre, qu'il convient de séparer de la toxicité engendrée par les gaz anesthésiques halogénés. Il interagit avec la vitamine B12 entrainant une diminution de la synthèse d'ADN au niveau de la moelle osseuse. Une exposition à de fortes concentrations peut générer un tableau de polyneuropathies sensitivo-motrices et de myélopathies de type sclérose combinée de la moelle. La baisse de la synthèse d'ADN est également responsable d'effets tératogènes et d'une atteinte du système immunitaire [4, 38].

- ✓ <u>Toxicité aiguë :</u>

Une exposition à de fortes concentrations de gaz anesthésiques, même pendant un court instant, est susceptible de provoquer des effets sur la santé, tels que mal de tête, irritabilité, fatigue et somnolence, nausées, difficulté de jugement et de coordination ou encore induire des pathologies rénales et hépatiques [41]. L'exposition professionnelle à des concentrations élevées, de l'ordre de 500 ppm de N_2O et 15 ppm de gaz halogéné, cause des effets neurocomportementaux comme une baisse de la force musculaire, un excès de dysesthésies, une augmentation du syndrome neuropsychologique. Ce syndrome se traduit par la survenue d'au moins deux des trois symptômes suivants : céphalées, vertiges, ralentissement des réactions [4, 13]. Une exposition aiguë à concentration anesthésique provoque une action dépressive sur l'ensemble des centres du système nerveux central, ce qui justifie la diminution des fonctions de coordination, d'éveil, la baisse du tonus musculaire et de la motricité, une diminution du métabolisme cérébral et de l'excitabilité des neurones. L'enflurane est cependant le seul à provoquer des modifications notables de l'électroencéphalogramme. Le protoxyde d'azote à faible dose agirait sur le mécanisme d'action des neurotransmetteurs et en particulier la norépinephrine, la dopamine et la sérotonine [4].

- ✓ <u>Toxicité chronique :</u>

Il a été démontré qu'une exposition à des concentrations relativement faibles mais fréquentes pouvait, au même titre qu'une exposition aiguë, entrainer une dégradation des performances neurocomportementales [13].

Concernant une exposition à de faibles concentrations, aucun effet néfaste n'a été démontré à long terme. Cependant, plusieurs études semblent avoir fait le lien entre une exposition chronique aux gaz anesthésiques et de probables fausses couches, des dommages de l'ADN et des cancers [41].

Des atteintes hépatiques de type cytolyse ont été décrites et concernent essentiellement l'utilisation de l'halothane dont le mécanisme toxique est potentialisé par le protoxyde d'azote. Deux mécanismes toxiques sont possibles : d'une part la production de radicaux libres par le cytochrome P450 puisque le gaz est un inducteur enzymatique, et d'autre part un mécanisme immunologique qui, après l'inhalation du gaz, est susceptible de provoquer une hépatite toxique dans un cas sur deux ou plus rarement en hépatite chronique. La toxicité hépatique représente la dysfonction d'organe la plus précoce lors d'une exposition aux gaz et peut être détectée par l'excrétion urinaire d'acide D-glucaric. Ce composé est le témoin d'une dysfonction enzymatique microsomale hépatique mais il n'est pas spécifique puisque retrouvé lors de toute agression chimique [38].

En France, la toxicité hépatique engendrée par l'halothane a donné lieu en 1989 à la création du tableau 89 des maladies professionnelles indemnisant les hépatites provoquées par l'halothane [4]. Les cas d'hépatotoxicité pour l'isoflurane, le séflurane et l'enflurane sont quant à eux quasiment inexistants.

- ✓ <u>Effets CMR :</u>

En 1987, le CIRC a conclu que les preuves de cancérogénicité du protoxyde d'azote étaient insuffisantes, et absentes pour les agents halogénés. Cependant, des études ont montré que, même si ces produits ne sont pas classés par le CIRC, ils ne sont pas sans dangers.
D'autre part, n'étant pas soumis à l'étiquetage puisque relevant de la réglementation du médicament, les anesthésiques gazeux ne figurent pas dans la liste des substances CMR. Cependant, l'agence européenne des produits chimiques (ECHA) répertorie les dossiers d'enregistrement REACH soumis par les déclarants. Ceci a permis de soumettre un classement tel que le sévoflurane soit reprotoxique de catégorie 1B et le desflurane de catégorie 1A. Ce classement n'est pas officiel et la base de données C&L permet de répertorier les informations de classification et d'étiquetage sur les substances notifiées et enregistrées reçues des fabricants et importateurs.

- Effets génotoxiques et cancérogènes :

Des études sur les avortements spontanés ont conduit à l'hypothèse que l'exposition aux gaz anesthésiques pouvait entraîner des dommages génétiques pendant la grossesse par mutation de l'ADN sur le fœtus. En effet, des études effectuées sur des salariées fortement exposées aux gaz anesthésiques halogénés rapportaient un certain nombre d'anomalies. Ainsi, l'étude menée par Lamberti *et al.* en 1989, montrait une augmentation significative du taux d'aberrations chromosomiques dans les cellules urinaires. Les études menées par Nartarajan et Santhiya en 1990 ainsi que par Karelova *et al.* en 1992, chez des salariés fortement exposés, montrent une augmentation des aberrations chromosomiques et des échanges de chromatides sœurs dans les cellules périphériques [13].
Les quelques études publiées qui ont été menées chez des salariés exposés sont souvent contradictoires et ne permettent pas de conclure définitivement. Cependant, il convient de noter que les quelques résultats positifs ont été généralement obtenus chez des salariés dont le niveau d'exposition était très élevé [4].

- Effets reprotoxiques :

Un certain nombre d'études menées sur la fertilité montre une baisse de la fertilité tout en émettant des réserves notamment quant à l'ajustement des études sur les facteurs de confusion [13].

La méta-analyse effectuée par le Docteur Boivin [3] sur les études concernant les avortements spontanés faite en 1997 visait à estimer le risque relatif d'avortements spontanés lors de contacts avec les gaz anesthésiques halogénés et le protoxyde d'azote. Cette méta-analyse n'a pas montré d'augmentation du risque quand les gaz sont évacués de façon appropriée ou quand l'exposition est faible. D'autre part, il est nécessaire de souligner qu'aucune des études n'incluait de prélèvements atmosphériques. Les résultats montraient une association entre l'exposition aux gaz anesthésiques et les avortements spontanés mais la présence de probables biais, notamment de mémorisation (un sujet atteint se souvient mieux des expositions qu'un témoin) dans les études complique l'interprétation des résultats. D'autre part, le manque de détails sur le type d'anesthésique étudié et l'absence de mesures quantitatives sont soulignés dans le rapport [13].

Au final, bien que les études menées ne soient pas exemptes de critiques, l'ensemble des données peut conduire à suspecter une nocivité des anesthésiques et plus particulièrement sur la reproduction [4].

3.2.2.2. Fumées chirurgicales

Les fumées sont générées lors d'une intervention chirurgicale nécessitant l'utilisation d'appareils électrochirurgicaux, de lasers ou d'ultrasons. La vapeur d'eau est le constituant majeur des fumées chirurgicales et sert de véhicule aux autres composants qui forment un mélange complexe de constituants biologiques, cellulaires, d'aérosols solides ou liquides, de gaz et de vapeurs.
Sont retrouvés dans ces fumées différents types de polluants :

- des polluants biologiques comme des cellules, entières ou fragmentées, des fragments d'ADN viral ou bactérien… ;
- des polluants organiques et en particulier des hydrocarbures aromatiques qui donnent l'odeur aux fumées comme le benzène et le toluène, de l'acide cyanhydrique, de l'aldéhyde formique et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ;
- des polluants inorganiques comme du dioxyde de carbone, du monoxyde de carbone, des oxydes de soufre et d'azote et également de l'ammoniac.

In vitro, plus de 80 composants ont été identifiés. La nature et la concentration des produits dans les fumées dépendent du type de tissu détruit [5] et également de la technique utilisée. En effet, une opération par endoscopie exposera moins le personnel qu'un travail sur la surface de la peau.

L'identification des dangers que peuvent représenter les fumées pour la santé humaine repose principalement sur des études *in vitro* et sur un petit nombre d'études sur l'animal. Les conclusions qui en sont tirées semblent plausibles et sont corroborées par les données issues de la médecine environnementale, tant concernant les effets provoqués par les particules et leur infectiosité potentielle que concernant les propriétés toxicologiques des diverses substances nocives présentes dans les fumées chirurgicales. L'estimation de l'impact réel des dangers pour le personnel exposé reste cependant difficile puisque peu de données sont disponibles. Il existe relativement peu de données sur l'impact réel de ces dangers en pratique pour le personnel exposé. Des cas isolés de papillomes laryngés ont été décrits, probablement contractés en milieu de travail chez du personnel exposé aux fumées de laser. Le nombre d'études épidémiologiques pouvant permettre d'établir, à une échelle plus large, si les dangers basé sur des données de laboratoire se manifestent effectivement dans des proportions détectables chez les personnes concernées est très restreint. Un certain nombre d'auteurs souligne l'insuffisance des connaissances en la matière [12, 33].

Les effets sanitaires des composants retrouvés dans les fumées sont pour la plupart connus, mais ne sont pas forcément en adéquation avec les faibles concentrations retrouvées lors des opérations. Cependant, ces produits sont susceptibles de présenter un risque pour la santé, même à faible dose. Par exemple, le benzène est classé cancérogène de catégorie 1A et mutagène sur les cellules germinales de catégorie 1B selon le règlement CLP. Des expositions aiguës à ce composé se traduisent par des signes de dépression du système nerveux central, notamment asthénie, ébriété, nausées, vertiges, céphalées, narcose. Ces signes surviennent cependant à des concentrations très supérieures à celles observées dans les fumées chirurgicales. Le toluène et les xylènes possèdent également des propriétés dépressives sur le système nerveux central et ils provoquent des irritations de la peau et des muqueuses oculaires et respiratoires. Le groupe des aldéhydes, qu'il s'agisse du formaldéhyde, de l'acétaldéhyde ou de l'acroléine, sont des irritants des voies aériennes. Ils agissent à faible concentration et peuvent induire des lésions graves sur les muqueuses oculaires et bronchiques. Par ailleurs, le formaldéhyde est un allergène cutané et respiratoire et un cancérogène naso-sinusien. Les HAP provoquent des irritations de l'œil, du nez, de la gorge, des voies respiratoires et de la peau, un état de fatigue, des céphalées, des nausées ou encore des troubles du sommeil. Des atteintes non malignes du poumon comme la bronchite, l'emphysème, l'asthme ont été mentionnés dans la littérature ainsi que des atteintes malignes (cancérogénicité des HAP). Les quantités minimes présentes d'acide cyanhydrique dans les fumées laser ne peuvent pas provoquer d'effets aigus. Une intoxication chronique n'est en revanche pas impossible pour les sujets fréquemment exposés. Celle-ci se manifeste principalement par des céphalées, une asthénie, des vertiges et palpitations, des nausées, vomissements, gastralgies et une perte de poids, ou encore des conjonctivites. Enfin des troubles thyroïdiens sont possibles [33].

Un certain nombre d'auteurs s'accordent pour dire que les connaissances en matière d'impact réel des dangers pour le personnel exposé sont insuffisantes. D'autres ont tenté de pallier ce manque de données en procédant à une évaluation des risques. Pour se faire, ils sont partis des connaissances toxicologiques théoriques des substances d'une part, et de la nature et de l'importance des expositions d'autre part. E. Scott et son équipe ont ainsi publié en 2004 une évaluation quantitative des risques pour la santé du personnel [33]. Il est ressorti de cette étude que le niveau de composés organiques volatils retrouvés en salles d'opération est relativement bas, voire indétectable. La plupart des hydrocarbures, à l'exception de trace de benzène, n'ont pas été détectés lors des procédures étudiées (opérations de cancer du sein). En conclusion dans cette étude, il n'était donc pas nécessaire de mettre en place des protections supplémentaires puisqu'aucune quantité suffisante de produits dangereux n'a été détectée [44].

- ✓ Toxicité aiguë :

Les signes d'intoxication sont dose-dépendants et se manifestent par des céphalées, une asthénie, une faiblesse musculaire, des nausées ainsi qu'une irritation des yeux et des voies respiratoires [12], mais également de la toux, une hypoxie, des vertiges, des larmoiements ou encore une congestion pulmonaire [47]. Cependant, il est difficile de savoir si ces manifestations sont entièrement dues aux fumées puisque toutes les opérations provoquant des fumées chirurgicales se font avec l'utilisation de gaz anesthésiques qui peuvent provoquer les mêmes effets.

- ✓ Toxicité chronique :

Il existerait un risque potentiel à long terme lors d'inhalation de fumées chirurgicales de façon chronique. Des manifestations d'asthme, de bronchites chroniques, d'emphysèmes pulmonaire, d'hépatites ou encore de carcinomes sont possibles [47].

- ✓ Effets CMR :

Il n'existe actuellement aucune preuve de cancérogénicité pour l'homme. Pourtant, des études ont montrées que les fumées chirurgicales peuvent être aussi mutagènes que la fumée de cigarette [19, 34]. Cependant, le tabagisme peut être un facteur de confusion au même titre que la pollution environnementale extérieure de manière générale, ce qui rend difficile le fait d'obtenir des résultats statistiquement fiables pour imputer les effets sanitaires aux fumées chirurgicales [19].
Seules la génotoxicité par le test d'Ames et la cytotoxicité ont jusqu'à présent été évaluées *in vitro*. Cependant le nombre d'études très restreint ainsi que l'insuffisance des connaissances en la matière ne permettent pas de faire de conclusions définitives [12]. D'autre part, les effets ne sont pas nécessairement représentatifs de tous les types de fumées. En effet, celles-ci diffèrent en fonction de l'appareil utilisé, de leur puissance, des tissus traités ainsi que de l'environnement de travail.

3.2.2.3. Ciments orthopédiques

Les ciments orthopédiques osseux sont composés d'un mélange de poudre et d'un liquide qui permet d'initier la polymérisation du ciment.

Le méthacrylate de méthyle est un composé liquide volatil. De plus, la réaction de polymérisation est exothermique, ce qui expose potentiellement le personnel des blocs orthopédiques à des vapeurs de méthacrylate de méthyle.

Lors d'une exposition aiguë, le méthacrylate de méthyle est modérément irritant pour la peau et les muqueuses respiratoires, oculaires et nasales. Lors d'une exposition chronique, le méthacrylate de méthyle peut provoquer des sensibilisations cutanées (sécheresse des mains, dermites de contact, eczéma) et des asthmes ainsi que des atteintes neurologiques (irritabilité, asthénie, céphalées, troubles de sommeil et de la concentration).
Les données actuellement disponibles chez l'homme ne permettent pas de conclure à un risque cancérogène et génotoxique du méthacrylate de méthyle. Cependant, le méthacrylate de méthyle semble avoir des effets sur la reproduction (augmentation des avortements spontanés, augmentation de la fréquence des troubles sexuels et des anomalies des dosages hormonaux) [26].

3.2.3. Seuils de toxicité existants

La circulaire DGS/3A/667 bis du 10 octobre 1985 du ministère de la santé relative à la distribution des gaz à usage médical et à la création d'une commission locale de surveillance de cette distribution stipule que « les salles où se font des anesthésies doivent être équipées de dispositifs assurant l'évacuation des gaz et vapeurs anesthésiques ».

	Valeur indicative en ppm	Phase de l'anesthésie
Gaz anesthésiques halogénés	2	Entretien
Protoxyde d'azote	25	Entretien

Tableau 12 : Valeurs fixées par la circulaire DGS/3A/667 bis pour les gaz anesthésiques

Il est important de noter que la circulaire a retenu le contrôle du protoxyde d'azote pendant la phase d'entretien de l'anesthésie tandis que les autres pays ont établi les valeurs moyennes pondérées sur 8 heures conformément aux pratiques conventionnelles.

3.2.4. Métrologies des expositions professionnelles des gaz anesthésiques

La métrologie atmosphérique peut se faire de différentes façons :

- Métrologie d'ambiance grâce à l'utilisation, par exemple, du MIRAN, spectrophotomètre infra-rouge portable avec des capteurs mobiles capables de mesures séquentielles (mesures directes en semi-continu).

- Métrologie individuelle par prélèvement actif par des pompes portables autorégulées avec des tubes ou sac en polymère inerte (technique de référence retenue par le laboratoire de toxicologie industrielle de la caisse régionale d'assurance maladie d'Ile de France), puis analysée en différé [38].

- La détermination de la concentration de protoxyde d'azote dans les atmosphères de travail peut être réalisée par prélèvement passif sur un tube à désorption thermique. Le tube est analysé par thermo désorption/chromatographie en phase gazeuse avec détecteur de masse [30].

La plupart des gaz sont principalement éliminés sous forme inchangée par voies pulmonaire et urinaire. Il est donc possible d'effectuer des biométrologies afin d'estimer l'imprégnation du personnel. Un dosage urinaire des halogénés sous forme inchangée est possible par CPG couplée ou non à une détection par spectrométrie de masse [52]. Concernant le sévoflurane, une étude a montré que la mesure des concentrations urinaires de la molécule d'origine était plus sensible que celle de son métabolite, l'hexafluoroisopropanolol (HFIP). Les auteurs ont également obtenu une meilleure corrélation avec les valeurs atmosphériques de sévoflurane avec le sévoflurane urinaire qu'avec le HFIP. Les auteurs suggèrent donc que le dosage du sévoflurane urinaire soit un meilleur marqueur de l'exposition au gaz que son métabolite [51].

Les gaz anesthésiques halogénés possèdent des demi-vies longues et peuvent donc s'accumuler dans l'organisme. Leur dosage est possible en fin de poste ainsi qu'en fin de semaine. Le protoxyde d'azote a quant à lui une demi-vie courte. Son dosage urinaire est le reflet d'une exposition récente et s'effectue donc sur un prélèvement recueilli en fin de poste.

Il n'existe actuellement aucune métrologie officielle qui permette de contrôler l'atmosphère des blocs opératoires lors d'émissions des fumées chirurgicales.

3.2.5. Situations dangereuses à évaluer dans les blocs opératoires

3.2.5.1. Gaz anesthésiques

Le personnel des blocs opératoires est en contact quotidien et souvent continu avec des produits volatils comme les gaz anesthésiques. L'anesthésie se compose de plusieurs phases :

- La **phase d'induction** se caractérise par la perte rapide de conscience évoluant progressivement vers un niveau de narcose. L'induction anesthésique sous oxygène pur et par injection de médicament par voie intraveineuse (IV) est de loin la plus employée chez l'adulte, tandis que l'induction par inhalation se fait moins fréquente. Une induction IV est composée de [1] :

    - Un hypnotique comme le thiopental (barbiturique), l'étomidate, le midazolam (benzodiazépine) et la kétamine ;
    - Un morphinique afin de supprimer les réactions aux stimuli douloureux ;
    - Un curare permettant le relâchement musculaire afin de faciliter l'intubation trachéale.

Chez l'enfant, l'induction est souvent réalisée au masque à l'aide d'un mélange d'oxygène et de gaz halogéné additionné ou non de protoxyde d'azote.

- La **phase d'entretien** est la phase de narcose. Le maintien de l'endormissement du patient est obtenu majoritairement grâce à l'administration d'un mélange d'anesthésique halogéné et d'oxygène, éventuellement additionné de protoxyde d'azote [4]. Ces gaz sont

administrés aux patients sous contrôle et au moyen d'appareils d'anesthésie dont le circuit est assuré par divers auxiliaires comme les masques faciaux, les tubes introduits dans la trachée lors d'anesthésie par intubation trachéale ou encore les masques laryngés qui sont directement posés sur le larynx à travers l'orifice glottique (voir figure 1). Tous ces auxiliaires possèdent des degrés d'étanchéité différents, à la pose ou lors de l'opération [7]. Leur débit de fuite sera donc différent et n'exposera pas le personnel de la même façon au risque d'inhalation. De même, la phase d'induction de l'anesthésie est importante, et une induction au masque présente beaucoup plus de risques qu'une induction intraveineuse, à cause du caractère volatil des gaz anesthésiques. Enfin, le choix du circuit pour le maintien de l'anesthésie (circuit ouvert, circuit fermé, très bas débit de gaz frais) ou encore si le système est pourvu d'une prise d'évacuation des gaz jouent un rôle primordial dans le risque d'exposition.

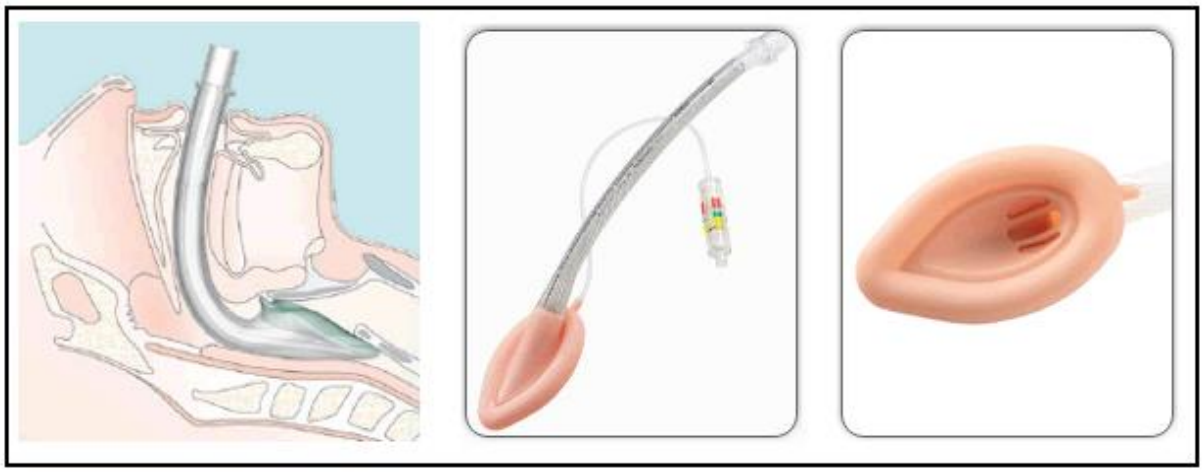


Figure 1 : Masque laryngé [14, 15]

- La **phase de fin d'anesthésie** correspond au moment où les gaz anesthésiques cessent d'être administrés au patient.

- La **phase de réveil** se caractérise par le retour progressif à l'état de conscience du patient. Pendant cette phase, le patient continu d'exhaler les gaz qui lui ont été administrés pendant l'intervention, ce qui est susceptible d'exposer le personnel présent dans la salle de réveil.

3.2.5.2. Fumées chirurgicales

L'inhalation des fumées produites lors d'interventions chirurgicales constitue, au dire des opérateurs, une gêne olfactive certaine. La taille des particules, bien que dépendant notamment de l'intensité d'action d'énergie sur les tissus, est suffisamment petite, de 200 micromètres à moins de 10 nanomètres, pour se déposer au niveau des alvéoles pulmonaires après avoir été inhalées, ce qui peut induire une irritation des voies respiratoires et des phénomènes d'hypoxie tissulaire [12]. Un certain nombre de composants sont retrouvés dans les fumées chirurgicales. Les données publiées montrent que l'on dispose de connaissances toxicologiques sur les dangers liés aux fumées chirurgicales. Elles sont fondées sur des études *in vitro* et des essais sur l'animal, ainsi que sur la toxicité de leurs composants principaux. Cependant, leurs effets sur le personnel exposé n'ont pas encore été correctement évalués. De ce fait, les personnes exposées sont peu enclines à tenir compte des données disponibles et à mettre en œuvre des mesures de prévention [33].

En résumé

Il existe des risques sanitaires non négligeables en milieu de soins. Les risques chimiques en font partis et sont présents dans un grand nombre d'unités de travail. Ils sont notamment présents lors des activités de désinfection / stérilisation et dans le service des blocs opératoires.

Les produits recensés dans la littérature sont : le glutaraldéhyde, l'acide peracétique et l'oxyde d'éthylène pour la désinfection / stérilisation, et les gaz anesthésiques, fumées chirurgicales et ciments orthopédiques pour les blocs opératoires.

Tous ces produits présentent des risques lors d'expositions aiguës et/ou chroniques, et des effets CMR pour certains d'entre eux. Des métrologies atmosphériques ou des dosages biologiques peuvent parfois être entrepris afin de contrôler l'exposition professionnelle des employés pour les rares composés qui bénéficient de seuils de toxicité validés et de méthodes de mesures fiables. Dans le cas contraire, l'évaluation des risques doit se baser sur d'autres approches (qualitatives, hiérarchisation des risques).

Des connaissances existent dans le domaine des risques chimiques pour le personnel des milieux de soins. Cependant, afin de permettre une bonne maîtrise des risques, certains points demandent encore à être complétés ou précisés (formation du personnel, inventaire exhaustif, notion de quantité précise…). Du fait d'une lourde réglementation dans le domaine de la gestion des risques et notamment chimiques, il y a une obligation mais également un intérêt, à mettre en place une évaluation des risques. L'intérêt est de permettre une amélioration continue des conditions de travail des salariés en leur assurant une bonne maîtrise des risques, d'autant plus que le nombre de personnes potentiellement exposées sont nombreuses.
Pour la mise en application d'une évaluation des risques, il est nécessaire de définir une méthode d'évaluation des risques chimiques adaptée aux établissements de soins et de respecter trois étapes indispensables. Dans un premier temps, il faut effectuer une **caractérisation** du danger. Une **évaluation** de l'exposition, de manière qualitative ou idéalement quantitative (grâce à des métrologies) pourra alors être effectuée dans un second temps. Pour finir, la troisième étape consiste à faire une **hiérarchisation** des risques.

La deuxième partie de cette thèse décrit la méthode de hiérarchisation des risques choisie appliquée aux activités de désinfection / stérilisation et au service des blocs opératoires. La mise en application de la méthode permet d'effectuer un comparatif entre les produits cités dans la littérature et ceux retrouvés sur le terrain.

DEUXIEME PARTIE :

APPLICATION D'UNE METHODE D'EVALUATION DES RISQUES CHIMIQUES

1. Méthodologie

1.1. Généralités et description des méthodes disponibles

Pour effectuer une évaluation des risques, il est nécessaire de choisir une méthode d'évaluation qui soit adaptée aux besoins. En effet, il existe actuellement plusieurs méthodes disponibles et il convient de faire son choix selon les besoins et les attentes de l'évaluation mais également du secteur professionnel dans lequel la méthode va être appliquée.

Il existe deux types de méthodes d'évaluation du risque chimique : qualitative ou semi-quantitative et quantitative. L'utilisation que l'on veut en faire et les moyens qui sont à disposition vont conditionner le choix de la méthode utilisée.

De façon générale, une démarche d'évaluation du risque chimique est généralement composée de 5 étapes successives [7, 16].

- Etape 1 : Identifier les dangers
- Etape 2 : Evaluer les risques et les classer par ordre de priorité
- Etape 3 : Déterminer les mesures préventives
- Etape 4 : Mettre en place les mesures adoptées
- Etapes 5 : Enregistrer, contrôler et examiner

La démarche d'évaluation est une démarche d'amélioration continue. Une fois les cinq étapes effectuées, les risques pourront être réévalués régulièrement afin de déterminer si les actions menées sont efficaces et suffisantes ou si elles nécessitent d'autres améliorations.

Hiérarchisation des risques

- Une **méthode qualitative** permet de faire un inventaire et d'effectuer une première étape de hiérarchisation des risques en fonction de l'intensité des dangers de la substance et de l'exposition potentielle des travailleurs (quantité et fréquence). Elle permettra ainsi de définir les situations prioritaires ou moins prioritaires sur la base du calcul d'indices de risque. Il s'agit d'une méthode qui hiérarchise les risques les uns par rapport aux autres mais sans pouvoir affirmer qu'un score de risque élevé représente vraiment une situation à risque prioritaire. Il s'agit d'une méthode d'évaluation utile si l'étude ne nécessite pas d'être précise ou pour se faire une idée du risque en prévision d'une étude ultérieure. Les situations prioritaires avec cette méthode peuvent ultérieurement faire l'objet d'une évaluation plus approfondie. Une **méthode semi-quantitative** permet d'aller plus loin dans l'estimation du risque. Elle repose également sur le calcul d'indice de risque mais prend en compte des paramètres supplémentaires comme les informations relatives à la source d'exposition, aux locaux, aux systèmes de ventilation et aux équipements de protection collective et individuelle (EPC et EPI) afin d'estimer un niveau d'exposition.

Evaluation des risques

- Une **méthode quantitative** sera privilégiée pour les ACD et notamment les CMR. Cette méthode repose sur la mesure chiffrée des expositions et sur la comparaison des données d'exposition réelle à une exposition jugée admissible (valeurs limites d'exposition professionnelle). Pour mettre en place ce type d'évaluation, il est nécessaire de pouvoir disposer de méthodes de mesures.

Les modalités de hiérarchisation ou d'évaluation du risque vont conditionner le type de méthode utilisée.

1.2. Choix de la méthode

Il existe un certain nombre de méthodes d'évaluation des risques, et notamment chimiques. Ces dernières sont actuellement largement utilisées dans le secteur industriel. Ces méthodes sont assez générales et supposées applicables dans tous les secteurs d'activités. Cependant,

elles ne prennent pas forcément en compte les spécificités liées au milieu hospitalier ni les connaissances des effets toxiques et les conséquences qui en découlent [42].

Il a été décidé d'utiliser la méthode qualitative initialement développée au CHU de Grenoble puis testée dans d'autres établissements de santé [42, 43]. Elle sera par la suite appelée « méthode CHU ». Elle a été établie après l'étude de nombreuses méthodes (OHB Rhodia, Union des Industries Chimiques, INRS, Bernard Martel et Opér@ CRAM Bourgogne etc…) référencées dans la littérature [11, 42]. Le but était d'obtenir une évaluation plus spécifique de la toxicité des produits et des critères d'appréciation des expositions adaptés aux laboratoires. Elle a été développée afin de mettre en place une démarche de hiérarchisation des risques toxicologiques professionnels, en s'intéressant dans un premier temps aux laboratoires de biologie.

Ce qui distingue la méthode CHU par rapport à d'autres méthodes existantes est la dimension médicale forte. En effet, il existe une distinction des indices de danger et les CMR sont mis en avant grâce à leur cotation maximale pour les agents 1A et 1B, ce qui n'est pas le cas dans d'autres méthodes comme celle de l'INRS par exemple. Sont également pris en compte de façon distincte les effets chroniques et aigus ainsi que les effets locaux et systémiques. Certains paramètres de l'évaluation, comme les quantités manipulées, sont plus adaptés aux établissements de santé. La méthode CHU est plus en accord avec les activités d'un hôpital, à savoir l'utilisation de beaucoup de produits mais dans des quantités assez faibles. D'autre part, il s'agit d'une méthode assez simple qui ne nécessite pas d'être mise en œuvre par des hygiénistes. Il s'agit d'un avantage appréciable dans un secteur où encore peu de personnes sont formées aux risques.

La méthode CHU a été préférée à d'autres méthodes, comme celle de l'INRS (ND2233) ou encore celle de l'UIC (DT80) pour différentes raisons.

- La méthode de l'INRS est une méthode complète mais complexe. En effet, la mise en place est rendue difficile par l'absence d'outil informatique dédié et par le nombre important de critères à considérer dans le calcul des scores de risque, même si des outils découlant de la méthode INRS tels que des tableaux Excel® ont été établis par certaines Caisses d'Assurance Retraite et de la Santé Au Travail (CARSAT), c'est le cas par exemple de CLARICE (classeur d'aide à l'évaluation du risque chimique en

entreprise) édité par la Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Alsace Moselle. D'autre part, la méthode INRS ne priorise pas le risque lié aux CMR [32] ;

- La méthode de l'UIC priorise les CMR mais ne possède pas d'outil associé pour faciliter sa mise en place. Il s'agit d'une méthode surtout adaptée aux industries chimiques [55]

1.3. Description de la méthode retenue [11, 42]

La méthode CHU est une méthode qualitative de hiérarchisation des risques. Son objectif est de faire ressortir des situations à risques parmi une multitude de situations professionnelles et permettre ainsi de fixer des priorités d'action soit dans le but d'organiser une évaluation plus poussée, soit afin d'établir un plan d'actions pour minimiser les risques. Dans ces conditions, un risque pourra être considéré élevé en comparaison à un autre risque plus faible, cependant les seuils des scores de risque ne sont pas prédictifs d'un effet sanitaire, que celui-ci soit aigu ou chronique.

Cette méthode respecte deux critères fondamentaux :

- Prédominance du danger par rapport à l'exposition dans l'expression du niveau de risque ;
- Evolution du risque selon une fonction puissance plutôt que selon une progression linéaire.

1.3.1. Inventaire des produits et identification / caractérisation des dangers

Cette étape permet d'identifier les dangers en faisant un inventaire de tous les agents chimiques présents sur le lieu de travail, de documenter leurs fonctions ou usages et ainsi d'identifier leurs dangers.

Les dangers des produits chimiques sont liés à leurs propriétés :

- toxicologiques, c'est-à-dire leurs effets sur la santé ;
- physico-chimiques, que sont l'explosibilité, l'inflammabilité et les incompatibilités ;
- écotoxicologiques, c'est-à-dire leurs effets environnementaux.

Par la suite, nous ne nous intéresserons qu'à l'aspect toxicologique des produits. Une démarche d'évaluation globale contenant les aspects physico-chimiques et écotoxicologiques nécessiterait de prendre en compte un grand nombre de paramètres et rendrait la démarche complexe. D'autre part, elle ne répondrait plus au seul but d'évaluer les risques pour la santé du personnel.

Le recueil d'information peut se faire grâce à différents documents tels que l'étiquetage, les FDS ou les fiches toxicologiques des produits. Les informations les plus facilement disponibles sont celles stipulées dans la FDS, obligatoire pour les produits chimiques. Ce document regroupe les informations utiles à la connaissance du produit : pictogramme de danger, mentions de danger (H) et conseils de prudence (P), propriétés physico-chimiques (densité, point éclair, structure chimique, réactivité…), données toxicologiques (VLEP, inscription aux Tableaux des Maladies Professionnelles,…).

Les effets sur la santé sont répartis en trois niveaux de danger :

Niveau 0	Non dangereux
Niveau 1	Faiblement ou modérément dangereux
Niveau 2	Dangereux
Niveau 3	Très dangereux

Tableau 13 : Niveaux de danger selon la toxicité des produits

Classification CLP	Niveau de danger méthode CHU
CMR avérés (1A) et supposés (1B)	3
CMR suspectés (2)	2

Tableau 14 : Correspondance entre la classification CLP et la classification CHU des CMR

Le danger toxicologique est séparé en 9 classes de danger selon les effets potentiels sur la santé :

Effets locaux	Respiratoire	Lresp
	Cutané	Lcut
	Oculaire	Loc
Effets systémiques non CMR	Par absorption respiratoire	Sresp
	Par absorption cutanée	Scut
	Par absorption orale	Soral
Effets CMR	Cancérogène	C
	Mutagène	M
	Reprotoxique	R

Tableau 15 : Classes de danger selon les effets provoqués et leurs abréviations

Le danger est exprimé selon une fonction puissance et permet de définir un indice de danger (ID).

$$\mathbf{ID = 10^{(niveau\ de\ danger)}}$$

Ainsi l'échelle des dangers varie de 1 (10^0 pour un produit non dangereux) à 1000 (10^3 pour un produit très dangereux). Ce classement attribue donc à chaque produit jusqu'à 9 indices de danger différents selon les effets potentiels du produit chimique.

Un **niveau de danger global** est retenu pour chaque produit étudié. Le niveau de danger global correspond à l'indice de danger le plus élevé répertorié pour ce produit.

Exemples

L'**acide peracétique** possède les mentions de danger suivantes :

H301 Toxique en cas d'ingestion

H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.

H335-H336 Peut irriter les voies respiratoires. Peut provoquer somnolence ou vertiges.

Le **glutaraldéhyde** possède les mentions de danger suivantes :

H331 Très toxique par inhalation

H301 Toxique en cas d'ingestion

H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.

H334 Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation

H317 Peut provoquer une allergie cutanée

Les indices de danger selon la classification CHU qui leur correspond sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	Effet Local			Effet systémique non CMR			Effet CMR			Niveau de danger global
	Lresp	Lcut	Loc	Sresp	Scut	Soral	C	M	R	
Acide peracétique	0	2	3	3	2	2	0	0	0	3
Glutaraldéhyde	0	2	3	1	1	1	0	0	0	3

Tableau 16 : indices de danger selon la classification CHU de l'acide peracétique et du glutaraldéhyde

L'identification et la caractérisation des dangers est une étape préliminaire indispensable à l'évaluation des risques. S'ensuit une étape d'estimation de l'exposition.

1.3.2. Critères d'évaluation de l'exposition

Une fois l'inventaire effectué et les indices de danger déterminés pour chacun des agents identifiés, il est souvent nécessaire de prioriser ceux qui nécessitent une évaluation des

risques. Les agents les plus dangereux, niveau 3 de danger, sont priorisés, puis les niveaux 2. Les CMR sont inclus d'office dans l'évaluation et les produits manipulés en grande quantités sont également priorisés.
Les paramètres utilisés dans la méthode afin de caractériser l'exposition aux produits chimiques sont :

- La fréquence de manipulation ;
- Les quantités manipulées ;
- Les équipements de protection utilisés.

Type de variable	Niveau	Signification
Fréquence	1 2 3	Moins d'une fois par semaine Une ou plusieurs fois par semaine Une ou plusieurs fois par jour
Quantité	1 2 3	Moins de 10 mL ou 10 g Entre 10 et 100 mL ou entre 10 et 100 g Plus de 100 mL ou 100 g

Tableau 17 : Variables caractérisant l'intensité de l'exposition.

Le critère dit d'exposition potentielle, qui est défini par un indice d'exposition (IE) réunit la fréquence et la quantité de produit selon la formule suivante :

IE = 0,1 x « fréquence » x « quantité de produit »

Ce critère varie de 0,1 (exposition très faible, produit manipulé rarement en faibles quantités) à 1 (exposition maximale, produit manipulé tous les jours en quantités importantes).
Remarque : L'indice d'exposition est arrondi à 1 si le calcul donne 0,9.

1.3.3. Critères de protection

Grâce à une étude précise des dangers, il est possible d'avoir des informations sur les voies de pénétration des toxiques. Il est donc important, pour réaliser l'évaluation, de prendre en compte les équipements de protection utilisés lors des manipulations et visant à réduire l'exposition par ces voies de pénétration.

Pour chaque produit, 3 indices de protection (IP) pourront être calculés (IPcut, IPoc, IPresp) selon la formule suivante :

$$\mathbf{IP = 10^{-(niveau\ de\ protection\ -1)}}$$

Type de variable	Niveau	Cotation	Signification
Protection respiratoire	3	10^{-3}	Sorbonne aux normes bien utilisée
	2	10^{-1}	Sorbonne non aux normes
	2	10^{-1}	Sorbonne aux normes mais mal utilisée
	2	10^{-1}	Aspiration à la source/Extraction d'air généralisée
	1	10^{0}	Climatisation ou rien
Protection cutanée	3	10^{-2}	Gants adaptés
	2	10^{-1}	Crème barrière ou gants mal adaptés
	1	10^{0}	Pas de gants
Protection oculaire	3	10^{-2}	Lunettes de sécurité
	2	10^{-1}	Vitre de sorbonne baissée
	1	10^{0}	Pas de protections

Tableau 18 : Variables caractérisant l'efficacité des moyens de protection.

1.3.4. Hiérarchisation des dangers et des risques

L'étape de hiérarchisation des risques va permettre de prioriser les actions de prévention selon le niveau de risque associé à chaque situation de travail. Pour cela, un indice de risque (IR) est déterminé à l'aide des indices de danger, d'exposition et de protection précédemment déterminés.

Indice de Risque = Indice de Danger x Indice d'Exposition x Indice de Protection

Type d'effet	Indice de risque	Formule de calcul
Effet local respiratoire Effet local cutané Effet local oculaire	IRLresp IRLcut IRLoc	IDLresp x IE x IPresp IDLcut x IE x IPcut IDLoc x IE x IPoc
Effet systémique par absorption respiratoire Effet systémique par absorption cutanée	IRSresp IRScut	IDSresp x IE x IPresp IDScut x IE x IPcut
Effet cancérogène par absorption respiratoire Effet cancérogène par absorption cutanée	IRCresp IRCcut	IDC x IE x IPresp IDC x IE x IPcut
Effet mutagène par absorption respiratoire Effet mutagène par absorption cutanée	IRMresp IRMcut	IDM x IE x IPresp IDM x IE x IPcut
Effet reprotoxique par absorption respiratoire Effet reprotoxique par absorption cutanée	IRRresp IRRcut	IDR x IE x IPresp IDR x IE x IPcut

Tableau 19 : Formules de calcul des indices de risque de survenue d'un type d'effet.

Les IR varient de 0,01, risque le plus faible, à 1000, risque le plus élevé, de manière exponentielle selon l'évolution du danger et les protections présentes.

Les risques sont classés selon 3 niveaux de priorité :

Indice de Risque	Niveau de risque	Situations
IR < 4	Faible	Non prioritaires
4 ≤ IR ≤ 40	Modéré	Intermédiaires. Peuvent nécessiter une évaluation complémentaire
IR ≥ 40	Elevé	Prioritaires

Tableau 20 : Correspondance entre IR et niveau de risque, type de situations

1.4. Mise en application de la méthode

1.4.1. Choix des secteurs et activités

Il est nécessaire dans un premier temps, d'organiser la démarche d'évaluation. Il faut commencer par choisir les services où effectuer l'évaluation. Pour ce faire, il est important de considérer différents critères :

- manipulation de produits CMR ;
- quantités importantes de produits chimiques susceptibles d'être manipulées ;
- grand nombre de personnes potentiellement exposées ;
- risques chimiques mal connus ;
- absence de mesures d'exposition.

Il faut ensuite identifier les ressources nécessaires pour conduire l'évaluation. Le choix de la méthode est déterminant et conditionne la démarche.

Le choix s'est porté sur deux cliniques de soins de l'agglomération grenobloise. Ce sont des structures privées, beaucoup plus petites que le CHU de Grenoble. Il était également intéressant, par cette démarche, de déterminer si la méthode de hiérarchisation des risques développée pour le CHU de Grenoble était applicable à d'autres structures.

Les deux cliniques étaient :

- Clinique Belledonne : emploie environ 700 salariés. Ouverture en 1967 dans des locaux construits la même année.
- Clinique des Cèdres : emploie environ 300 salariés. Crée en 1969, la clinique a été délocalisée en 2006 vers des nouveaux locaux.

Ces deux cliniques présentent des différences qui sont intéressantes dans notre étude. L'âge des bâtiments diffère, ce qui nous donne deux approches différentes, notamment en terme de

ventilation (et surtout au niveau des blocs opératoires). Cela permet de faire un comparatif des produits manipulés, ainsi que de leurs conditions de manipulation et la mise en application des consignes de sécurité.
Concernant le choix des activités, celui-ci s'est tourné vers les activités de désinfection / stérilisation et sur le service des blocs opératoires. Ce sont en effet des services où la littérature recense des risques pour le personnel, mais où la mise en application d'une évaluation des risques reste encore rare. En effet, l'application de la méthode dans les laboratoires de biologie où sont manipulés des produits CMR plus fréquemment et où les risques pour la santé sont maintenant mieux caractérisés, nécessitent maintenant l'extension de la démarche à d'autres secteurs d'activité.

1.4.2. Démarche

1.4.2.1. Organisation

La première étape a été la prise de contact avec les cliniques. Elle a été faite avec une personne dite de référence et en présence du médecin du travail référent pour chacune des cliniques. Cette étape a permis d'exposer la méthodologie qui allait être appliquée et de confirmer ensemble les unités de travail où la hiérarchisation des risques allait être réalisée.

Une fois cette prise de contact effectuée, il a pu être planifié, pour les deux cliniques et avec chaque responsable de service concerné, une visite personnalisée afin de commencer la hiérarchisation du risque chimique des unités de travail.

1.4.2.2. Inventaire et identification des dangers

Le but des visites effectuées dans chaque service était d'inventorier les différents produits utilisés par le personnel soignant ainsi que d'observer leurs conditions de manipulation et de stockage. L'inventaire des produits doit être le plus exhaustif possible et régulièrement mis à jour [50]. Une fois l'inventaire réalisé, la suite de la démarche a consisté à récupérer les FDS de chacun des produits. Ceci s'est fait soit directement auprès de l'unité de soins concernée, soit auprès du service s'occupant des commandes (la pharmacie dans la plupart des cas puisqu'aucune des deux cliniques ne possède de service achats spécifique).

Afin d'identifier les dangers représentés par les produits chimiques inventoriés, chaque FDS récupérée a été saisie dans le logiciel Styltime®, commercialisé par l'entreprise Cyltéha [8]. Dans le cas des gaz anesthésiques, qui possèdent un statut médicamenteux, il a fallu étudier le Résumé des Caractéristiques du Produit (RCP) afin de déterminer leurs propriétés dangereuses. Cette démarche a été facilitée grâce à l'obtention de la FDS du sévoflurane (Sévo®) qui a permis de comparer les informations disponibles dans les deux documents. Les données recueillies ont ainsi pu être analysées dans le but de déterminer les propriétés dangereuses des agents chimiques grâce aux pictogrammes et aux phrases de risques. A l'issue de cette étape, les données ont pu être extraites de Styltime® et importées dans une feuille de calcul Excel (Annexe 4) afin de passer à la suite de la démarche d'évaluation.
Ce travail a permis de déterminer les niveaux de danger des différents produits par unité de travail observée.

1.4.2.3. Hiérarchisation des risques

Afin de faire une hiérarchisation des risques, une seule visite a été effectuée dans chaque service. Cette visite a durée pour chacun des services entre 1 heure et 3 heures, en présence du responsable du service (pharmacien, médecin responsable des blocs ou infirmière cadre). Une fois les visites effectuées, il y a eu plusieurs échanges par mail ou par téléphone quand des précisions étaient nécessaires pour mener à bien la hiérarchisation.

Le tableau d'évaluation a ensuite pu être complété avec les données récupérées lors des différentes visites des services (observations et informations obtenues auprès du personnel). En effet, le but était de réussir à caractériser le risque réel encouru lors de la manipulation des produits par le personnel. Pour cela, il a été pris en compte les critères définis dans la méthode CHU.
L'application des formules de calcul a alors permis de définir les indices de risques et ainsi d'estimer les risques encourus selon les situations et types d'effets.

1.4.2.4. Rendu des résultats aux cliniques et propositions d'actions correctives

Un rapport contenant les détails de l'évaluation de chaque unité a été rédigé pour chacune des cliniques, ce qui a permis de transmettre les résultats de la hiérarchisation des risques

chimiques aux médecins du travail ainsi qu'aux référents dans les cliniques. Le choix de la méthode de transmission des résultats aux différents services visités a été laissé à la charge des cliniques.
Une restitution orale a pu être faite pour chaque clinique en présence des personnes en charge de l'hygiène et de la sécurité.

En résumé

Pour effectuer une évaluation des risques, il est nécessaire de choisir une méthode d'évaluation qui soit adaptée aux besoins. Deux types de méthodes d'évaluation du risque chimique sont possibles : hiérarchisation des risque (qualitative et semi-quantitative) et quantitative. Une démarche d'évaluation du risque chimique est généralement composée de 5 étapes successives et il s'agit d'une démarche d'amélioration continue. Le choix de la méthode s'est portée sur la méthode CHU de hiérarchisation des risques. Elle consiste dans un premier temps à faire un inventaire des produits et à identifier les dangers. Les critères pris en compte pour l'estimation de l'exposition sont la fréquence de manipulation, les quantités manipulés et les équipements de protection utilisés. Enfin, une hiérarchisation des risques peut être faite.
Cette méthode a été mise en application dans deux cliniques de soins grenobloises concernant les activités de désinfection / stérilisation ainsi que les blocs opératoires.

2. Résultats de l'évaluation

2.1. Descriptif des activités / services

2.1.1. Activités de désinfection / stérilisation

L'activité de **désinfection** vise à éliminer le risque de transmission de pathogènes. Cette activité tient compte du matériel et de l'acte médical pour lequel il va être utilisé. Ainsi, un objet dûment désinfecté est sans danger microbiologique dans un certain but et pour un usage particulier. Cependant, il reste dangereux dans le cas d'une utilisation dans des conditions différentes. C'est par exemple le cas de la désinfection des endoscopes.

L'activité de **stérilisation** quant à elle ne tient pas compte de la nature des micro-organismes à éliminer, ni du danger relatif que représentent les diverses espèces de micro-organismes présents. Son but est d'éliminer totalement et de façon durable tous les micro-organismes vivants.

Ces activités nécessitent souvent la manipulation de produits chimiques afin de parvenir à leur but.
La désinfection des endoscopes se fait généralement en machines automatiques ou dans des bacs de trempage. Le matériel est thermosensible et nécessite des précautions et donc l'utilisation de produits spécifiques.
Actuellement, la stérilisation se fait le plus souvent en autoclaves. C'est donc la vapeur d'eau et la chaleur qui sont les agents de stérilisation.

Les activités quotidiennes ont été décrites par le personnel mais non observées personnellement.

2.1.2. Service des blocs opératoires

Le service des blocs opératoires est consacré aux actes de chirurgies invasives nécessitant une anesthésie, qu'elle soit locale ou générale. On retrouve dans ce service un certain nombre de produits chimiques et notamment les gaz anesthésiques.

Une visite des blocs opératoires a pu être effectuée à la clinique des Cèdres avec une description le plus détaillée possible des gestes effectués lors des opérations chirurgicales. La visite a permis de voir l'aménagement des blocs en termes de ventilation et de protections mises à disposition du personnel. A la clinique Belledonne, l'entrée dans les blocs n'a pas été possible et il a donc fallu se baser uniquement sur la description des actes et des protections mises en place (ventilation, SEGA, cartouche de récupération des gaz).

2.2. Dangers des produits répertoriés

Nom du produit	Composition du produit	Fournisseur	Indices de danger							Niveau de danger global	Clinique Belledonne	Clinique Les Cèdres
			Lcut	Loc	Sresp	Sresp	Scut	Soral	CMR			
Activité de désinfection des endoscopes												
Stéranios 2%	glutaraldéhyde (0-2.5 %)	Anios	2	1	3	3	2	1	0	3	X	
Alka 100	alkyl(c9-11) alcohol, ethoxylated (10-25 %) éthanol (10-25 %) chlorure de didécyldiméthylammonium (2.5-10 %) hydroxyde de potassium (2.5-10 %) (r)-p-mentha-1,8-diène (0-2.5 %) CIRC3 n-(3-aminopropyl)-n-dodecylpropane-1,3-diamine (0-2.5 %) propan-2-ol (0-2.5 %) CIRC3	Alkapharm	2	2	2	0	0	0	0	2	X	
Olympus EndoAct	hydroxyde de sodium (2-5 %)	Ecolab	2	2	2	0	0	0	0	2	X	X
Olympus EndoDis	peroxyde d'hydrogène en solution ... % (10-20 %) CIRC3 acide acétique ... % (5-10 %) acide peracétique . . . % (2-5 %)	Ecolab	2	2	2	0	0	1	0	2	X	X
RBS M415	tetrapotassium pyrophosphate (0-15 %) hydroxyde de potassium (0-5 %) imidazolium compounds, 1-[2-(carboxymethoxy)ethyl]-1-(carboxymethyl)-4,5-dihydro-2-norcoco alkyl, hydroxides, sodium salts (0-5 %) oxirane, methyl-, polymer with oxirane, mono-c10-16-alkyl ethers, phosphates (0-5 %) quaternary ammonium compounds, benzyl-c10-16-alkyldimethyl, chlorides (0-5 %)	Chemical products S.A.	2	2	2	0	0	0	0	2	X	

Nom du produit	Composition du produit	Fournisseur	Indices de danger							Niveau de danger global	Clinique Belledonne	Clinique Les Cèdres
			Lcut	Loc	Sresp	Sresp	Scut	Soral	CMR			
Sekusept Easy	peroxyde d'hydrogène en solution ... % (25-30 %) CIRC3 acide acétique ... % (5-10 %) acide peracétique . . . % (2-5 %)	Ecolab	2	2	2	0	0	1	0	2	X	
Anioxyde 1000 Activateur	n-acetylhexanelactam (50-100 %) propan-2-ol (25-50 %) CIRC3 benzotriazole (2.5-10 %)	Anios	0	0	1	1	0	1	0	1	X	X
Aniosgel 85 NPC	éthanol (50-100 %) propan-2-ol (0-2.5 %) CIRC3	Anios	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
Olympus EndoDet	Alcohols, C12-14, ethers with polyethylene glycol mono-Bu ether (5-10 %)	Ecolab	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
Anioxyde 1000 Reconstitué	peroxyde d'hydrogène en solution ... % (2.5-10 %) CIRC3 acide peracétique . . . % (0-1 %) caprolactame vapeur (0-1 %) CIRC4 propan-2-ol (0-1 %) CIRC3	Anios	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
Anioxyde 1000 Générateur	peroxyde d'hydrogène en solution ... % (2.5-10 %) CIRC3	Anios	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
Service de stérilisation												
RBS M415	tetrapotassium pyrophosphate (0-15 %) hydroxyde de potassium (0-5 %) imidazolium compounds, 1-[2-(carboxymethoxy)ethyl]-1-(carboxymethyl)-4,5-dihydro-2-norcoco alkyl, hydroxides, sodium salts (0-5 %) oxirane, methyl-, polymer with oxirane, mono-c10-16-alkyl ethers, phosphates (0-5	Chemical products S.A.	2	2	2	0	0	0	0	2	X	

Nom du produit	Composition du produit	Fournisseur	Indices de danger							Niveau de danger global	Clinique Belledonne	Clinique Les Cèdres
			Lcut	Loc	Sresp	Sresp	Scut	Soral	CMR			
	%) quaternary ammonium compounds, benzyl-c10-16-alkyldimethyl, chlorides (0-5 %)											
Neodisher IP Spray	pentane (20-30 %) butane (0-30 %) propane (0-30 %) cyclohexane (1-10 %) 2,4-dimethylpentane (1-5 %) agents de surface non ioniques (1-5 %) n-hexane (1-5 %)R3	Chemische Fabrik Dr. Weigert	0	0	0	1	0	0	0	1	X	
Neodisher MediClean Forte	agents de surface non ioniques (5-15 %) sodium hydrogen n-(1-oxododecyl)-l-glutamate (1-5 %)	Chemische Fabrik Dr. Weigert	0	0	1	0	0	0	0	1	X	
Aniosgel 85 NPC	éthanol (50-100 %) propan-2-ol (0-2.5 %) CIRC3	Anios	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
Amphomousse	guanidine, n,n'''-1,6-hexanediylbis[n'-cyano-, polymer with 1,6-hexanediamine, hydrochloride (0-2.5 %)	Stéridine	0	0	0	0	0	0	0	0	X	
Acétone	acetone (0-100 %)	Cooper	0	0	0	0	0	0	0	0		X
Anios RL	Non communiqué	Anios	0	0	0	0	0	0	0	0		X
Anios DLM	acide méthanesulfonique (2.5-10 %)	Anios	0	0	0	0	0	0	0	0		X
Neodisher Mediklar	agents de surface non ioniques (5-15 %) sodium hydrogen n-(1-oxododecyl)-l-glutamate (1-5 %)	Chemische Fabrik Dr. Weigert	0	0	0	0	0	0	0	0	X	

Nom du produit	Composition du produit	Fournisseur	Indices de danger							Niveau de danger global	Clinique Belledonne	Clinique Les Cèdres
			Lcut	Loc	Sresp	Sresp	Scut	Soral	CMR			
Service des blocs opératoires												
Aniosurf Fraicheur	chlorure de didécyldiméthylammonium (2.5-10 %) isotridecanol, ethoxylated (>1 <2.5 mol eo) (2.5-10 %) propan-2-ol (2.5-10 %) CIRC3 acide sulfamidique (0-2.5 %) guanidine, n,n'''-1,6-hexanediylbis[n'-cyano-, polymer with 1,6-hexanediamine, hydrochloride (0-2.5 %) tetrasodium ethylene diamine tetraacetate (0 %)	Anios	0	1	3	0	0	0	0	3		X
Sévo (sévoflurane)	ether, fluoromethyl 2,2,2-trifluoro-1-(trifluoromethyl)ethyl- (100 %)	Abbott Laboratoires	2	1	1	0	0	0	2	2	X	X
Suprane (desflurane)	ethane, 2-(difluoromethoxy)-1,1,1,2-tetrafluoro-, (+-)- (100 %)	Baxter	2	1	1	0	0	0	2	2	X	X
Salvanios pH7	poly(oxy-1,2-ethanediyl),.alpha.-[2-(didecylmethylammonio)ethyl]-.omega.-hydroxy-, propanoate (sel) (2.5-10 %) tetrasodium ethylene diamine tetraacetate (2.5-10 %) amines, alkyldimethyl, n-oxides (0-2.5 %) guanidine, n,n'''-1,6-hexanediylbis[n'-cyano-, polymer with 1,6-hexanediamine,	Anios	0	1	1	0	0	0	0	1		X

Nom du produit	Composition du produit	Fournisseur	Indices de danger							Niveau de danger global	Clinique Belledonne	Clinique Les Cèdres
			Lcut	Loc	Sresp	Sresp	Scut	Soral	CMR			
	hydrochloride (0-2.5 %) poly(oxy-1,2-ethanediyl),.alpha.-hydro-.omega.-hydroxy ethane-1,2-diol, ethoxylated (>1 <4.5 mol eo) (0-2.5 %)											
Aniosgel 85 NPC	éthanol (50-100 %) propan-2-ol (0-2.5 %) CIRC3	Anios	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
Kalinox	dinitrogen oxide (50 %) P65(developmental) oxygène (50 %)	Air liquide Santé France	0	0	0	0	0	0	0	0	X	
Protoxyde d'azote médicinal	dinitrogen oxide (100 %) P65(developmental)	Air liquide Santé France	0	0	0	0	0	0	0	0	X	
Protoxyde d'azote médicinal	dinitrogen oxide (100 %) P65(developmental)	Linde France	0	0	0	0	0	0	0	0		X

Tableau 21 : Dangers par activité / service des cliniques

En tout, 39 produits sont répertoriés. Certains sont cependant les mêmes d'un service à l'autre et d'une clinique à l'autre. Ainsi, 24 produits différents sont identifiés pour ces trois activités.

Parmi ces 24 produits on retrouve :

- 11 non dangereux
- 13 dangereux dont :
    - 4 faiblement ou modérément dangereux
    - 7 dangereux
    - 2 très dangereux (effets potentiels locaux oculaires)

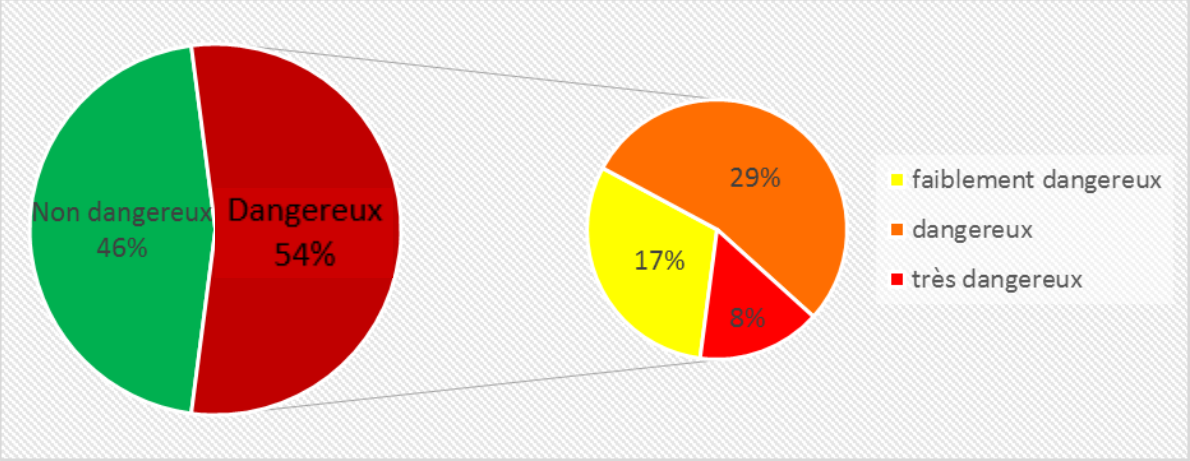


Figure 2 : Proportion de produits non dangereux et dangereux retrouvés dans l'inventaire

Parmi les produits :

- 12 peuvent entrainer un effet local
- 5 peuvent entrainer un effet systémique
- 2 peuvent entrainer un effet CMR (sévoflurane et desflurane)

Remarque : un même produit peut présenter à la fois un ou plusieurs effets (local, systémique et CMR).

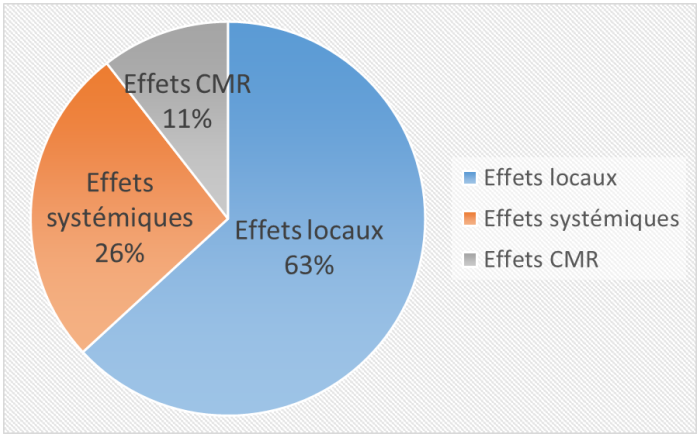


Figure 3 : Proportion des effets sur la santé

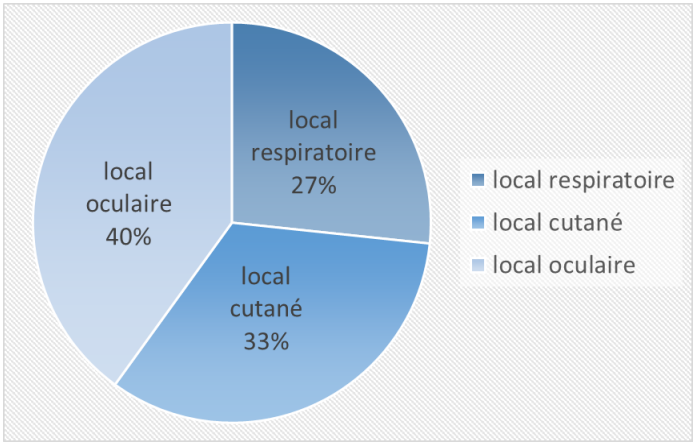


Figure 4 : Détail des effets locaux

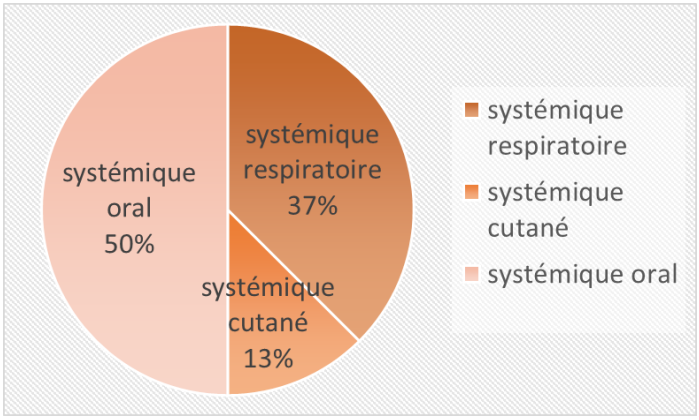


Figure 5 : Détail des effets systémiques

La majorité des produits recensés dans cette études sont des irritants ou des produits corrosifs qui risquent d'avoir des effets locaux. Seuls quelques produits sont susceptibles d'entrainer des effets systémiques ou CMR.

2.3. Exposition et risque sanitaire

Les scores d'exposition et les indices de risques correspondants sont exprimés dans le tableau suivant où seuls les treize produits dangereux ont été considérés.

Nom du produit	Activité	CLINIQUE BELLEDONNE										CLINIQUE DES CEDRES									
		Quantité utilisée / exposition	Fréquence de l'activité/ mois	Efficacité : moyens de protection			Indices de risque					Quantité utilisée / exposition	Fréquence de l'activité/ mois	Efficacité : moyens de protection			Indices de risque				
				Protection respiratoire	Protection cutanée	Protection oculaire	Respiratoire (local et systémique)	Cutané (local et systémique)	Oculaire (local)	CMR				protection respiratoire	Protection cutanée	Protection oculaire	Respiratoire (local et systémique)	Cutané (local et systémique)	Oculaire (local)	CMR	
										Voie respiratoire	Voie cutanée									Voie respiratoire	Voie cutanée
Activité de désinfection des endoscopes																					
Alka 100	Désinfection pour l'inactivation du prion	2	3	2	3	1	6	0,6	60	0	0	/									
Anioxyde 1000 Activateur	Désinfection à froid	2	2	3	3	3	0,4	0	0,4	0	0	3	2	1	2	3	6	0	0,6	0	0
Olympus EndoAct	Désinfection des endoscopes en machine	2	3	2	2	1	2	2	60	0	0	3	3	2	3	1	9	0,9	90	0	0
Olympus EndoDis	Désinfection des endoscopes en machine	2	3	2	2	1	6	6	60	0	0	3	3	2	3	1	9	0,9	90	0	0
RBS M415	Nettoyage et pré-désinfection du matériel (machine)	3	1	2	3	1	3	0,3	30	0	0	/									
Sekusept Easy	Désinfection des instruments	2	1	2	3	1	2	0,2	20	0	0										

Nom du produit	Activité	CLINIQUE BELLEDONNE										CLINIQUE DES CEDRES									
		Quantité utilisée / exposition	Fréquence de l'activité/ mois	Efficacité : moyens de protection			Indices de risque					Quantité utilisée / exposition	Fréquence de l'activité/ mois	Efficacité : moyens de protection			Indices de risque				
				Protection respiratoire	Protection cutanée	Protection oculaire	Respiratoire (local et systémique)	Cutané (local et systémique)	Oculaire (local)	CMR				protection respiratoire	Protection cutanée	Protection oculaire	Respiratoire (local et systémique)	Cutané (local et systémique)	Oculaire (local)	CMR	
										Voie respiratoire	Voie cutanée									Voie respiratoire	Voie cutanée
Stéranios 2%	Désinfection à froid	3	2	3	3	3	6	0,6	6	0	0										
Service de stérilisation																					
Neodisher IP Spray	Entretien du matériel (antigrippe)	1	2	2	3	1	0,2	0	0	0	0	/									
Neodisher MediClean Forte	Détergent en machine	2	1	2	3	1	0	0	2	0	0										
RBS M415	Nettoyage et pré-désinfection du matériel (bain)	2	3	2	3	1	6	0,6	60	0	0										
Service des blocs opératoires																					
Sévo sévoflurane	anesthésie	2	3	2	3	1	6	0,6	6	6	0,6	2	3	2	3	1	6	0,6	6	6	0,6
Suprane desflurane	anesthésie	2	3	2	3	1	6	0,6	6	6	0,6	2	3	2	3	1	6	0,6	6	6	0,6

Nom du produit	Activité	CLINIQUE BELLEDONNE										CLINIQUE DES CEDRES									
		Quantité utilisée / exposition	Fréquence de l'activité/ mois	Efficacité : moyens de protection			Indices de risque			CMR		Quantité utilisée / exposition	Fréquence de l'activité/ mois	Efficacité : moyens de protection			Indices de risque			CMR	
				Protection respiratoire	Protection cutanée	Protection oculaire	Respiratoire (local et systémique)	Cutané (local et systémique)	Oculaire (local)	Voie respiratoire	Voie cutanée			protection respiratoire	Protection cutanée	Protection oculaire	Respiratoire (local et systémique)	Cutané (local et systémique)	Oculaire (local)	Voie respiratoire	Voie cutanée
Aniosurf Fraicheur	Nettoyage des surfaces	/										2	3	1	3	1	0	0,6	600	0	0
Salvanios pH 7	Nettoyage et pré-désinfection du matériel (bain)											2	3	1	3	1	0	0,6	6	0	0

Tableau 22 : Scores de risque selon les conditions de manipulation et les protections

Légende du tableau 22

Quantité utilisée / exposition

1. < 10 ml ou 10 g
2. 10-100 ml ou 10-100 g
3. > 100 ml ou 100 g

Fréquence de l'activité / mois

1. < 1 / semaine
2. 1 à pls fois / semaine
3. 1 à pls fois / jour

Protection cutanée

1. Pas de gants
2. Crème barrière / port de gants inadaptés
3. Port de gants adaptés

Protection respiratoire

1. climatisation ou rien
2. Extraction d'air généralisée
2. Sorbonne ou hotte non conforme ou non vérifiée 1 fois / an
2. Sorbonne ou hotte mal utilisée
2. Bras articulé
3. Sorbonne ou hotte conforme, vérifiée et bien utilisée

Protection oculaire

1. Pas de lunettes ou lunettes de vue
3. Vitre de sorbonne / hotte baissée 2/3
3. Lunettes de sécurité

---

19 situations à risque sont à dénombrer au sein des deux cliniques.

Seules 3 situations (16%) sont associées à des scores de risque faibles quel que soit l'effet sanitaire considéré. 9 situations (47%) génèrent au maximum un risque intermédiaire et dans 7 situations (37%) un score de risque élevé est mis en évidence.

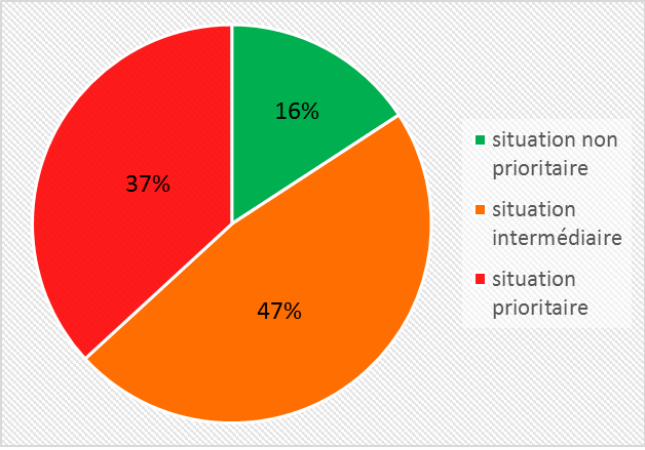


Figure 6 : Proportion des situations de travail en fonction des niveaux de risque

Parmi les produits manipulés au sein des services de stérilisation, un seul est associé à un score de risque élevé en fonction des conditions de manipulation décrites : le ***RBS M415***. Il est donc nécessaire de mettre en place des précautions supplémentaires. Ce produit est utilisé dilué au sein du service de stérilisation dans un bac de trempage destiné au matériel thermosensible. Le risque pour le personnel est présent lors de la préparation de la solution diluée qui est changée plusieurs fois par jour. Il convient donc lors de cette manipulation de porter des lunettes de sécurité afin de réduire le risque de projections oculaires.
D'autre part, ce produit peut également être absorbé par voie respiratoire (bac placé dans une pièce sans extraction spécifique ni ventilation particulière). Les conditions de manipulation actuelles ne nécessitent pas d'amélioration immédiate, mais toute augmentation de quantité ou de fréquence d'utilisation du produit pourrait rendre la situation à risques plus importants. Une solution efficace serait de placer le bac de trempage sous une hotte aspirante.

Deux gaz utilisés aux blocs opératoires présentent un niveau de danger important. En effet, le **sévoflurane** (Sévo®) et le **desflurane** (Suprane®) sont dangereux (niveau de danger global = 2) pour les voies respiratoires et sont reprotoxiques (classification non officielle) respectivement de catégorie 1B et 1A. Les études et les résultats sont contradictoires concernant le protoxyde d'azote [49], il a été décidé de suivre les informations retrouvées dans la FDS. Le produit a donc été considéré comme non dangereux puisqu'il ne possède pas de phrase de risque et en sachant que les mesures de protection prises pour les autres gaz devraient être suffisantes pour limiter le risque d'exposition au protoxyde d'azote.

Au niveau de la désinfection des endoscopes, certains produits comme ***Olympus EndoAct*** et ***Olympus EndoDis***, pour lesquels il existe un risque majeur oculaire, sont utilisés en machines automatiques. La manipulation principale consiste à déboucher les bidons de produits afin de les insérer dans la machine. Le risque de contact est donc limité. Cependant lors du changement des bidons, il est de pratique courante d'effectuer un transvasement du produit restant au fond du bidon à changer dans le nouveau. Cette manipulation ne semble pas indispensable, et arrêter cette pratique diminuerait les risques de contacts tant oculaires que cutanés. A défaut, il est au minimum nécessaire de porter des lunettes de sécurité afin de limiter les risques de projections.

Le produit ***Olympus EndoAct*** est utilisé dans les deux cliniques pour la désinfection des endoscopes en machine. Son utilisation présente plus de risque à la clinique des Cèdres qu'à la clinique Belledonne. En effet, le produit est utilisé en plus grande quantité à la clinique des Cèdres (changement des bidons plus fréquemment). Par ailleurs, la ventilation est moins efficace dans les locaux de la clinique des Cèdres (extraction générale) qu'à la clinique Belledonne (présence d'une hotte à extraction) ce qui engendre une situation à risque intermédiaire pour le contact respiratoire.

De même, le produit ***Olympus EndoDis*** est manipulé dans les deux cliniques et présente les mêmes différences au niveau des risques locaux et oculaires. Mais ce produit présente un indice de risque intermédiaire pour un contact cutané à la clinique Belledonne qui n'est pas présent à la clinique des Cèdres. Ceci est dû à l'usage de gants inadaptés à la clinique Belledonne.

Le produit ***Alka 100***, utilisé pour la désinfection du matériel pouvant générer un risque de contamination par le prion, présente des niveaux de **danger intermédiaires** pour les effets locaux. Le calcul d'indices de risque montre un risque local oculaire élevé. Le manque de protection oculaire est responsable de cette situation. La situation intermédiaire au niveau respiratoire est quant à elle due à l'extraction généralisée de la pièce. Ces situations pourraient être améliorées en mettant en place une aspiration localisée au niveau du bac contenant le produit et en portant des lunettes de protection.

Le ***RBS M415*** présente un niveau de **danger intermédiaire** ainsi qu'un niveau de **danger élevé**. Ce produit est manipulé dans deux services différents de la clinique Belledonne dans des conditions différentes et génère donc des risques différents. En effet, au niveau du service de stérilisation ce produit se trouve dans un bac de trempage fermé par un couvercle tandis qu'au niveau de l'activité de désinfection des endoscopes, le produit est utilisé par l'intermédiaire d'un appareil à dilution automatique. On peut donc en conclure que l'utilisation de l'appareil rend les risques pour le personnel moins important que lorsque le produit est utilisé manuellement dans un bac.

Le ***stéranios 2%*** qui contient du **gluraraldéhyde** dilué, et présente un niveau de **danger élevé** au niveau systémique respiratoire et local oculaire, ne présente pourtant que des

indices de risque intermédiaires grâce à la mise en place de protections collectives (hotte aspirante au-dessus du bac) et individuelles (lunettes de protection) adaptées.

Le produit ***Aniosurf Fraicheur*** présente un niveau de **danger élevé** au niveau local oculaire. En l'absence de protection adéquate (lunettes de sécurité), le risque associé à la manipulation de ce produit pour la désinfection des surfaces est élevé.

En résumé

Les activités observées nécessitent souvent la manipulation de produits chimiques. 24 produits différents sont répertoriés, parmi lesquels : 11 non dangereux et 13 dangereux. 4 sont faiblement dangereux, 7 dangereux et 2 très dangereux : effets potentiels locaux oculaires. La majorité des produits répertoriés sont des irritants ou des corrosifs. Parmi les produits dangereux, 12 peuvent entrainer un effet local, 5 un effet systémique et 2 un effet CMR (reprotoxique supposé).

19 situations à risque sont à dénombrer au sein des deux cliniques, concernant aussi bien les activités de désinfection / stérilisation que le service des blocs opératoires.

Seules 3 situations (16%) sont associées à des scores de risque faibles quel que soit l'effet considéré. 9 situations (47%) génèrent au maximum un risque intermédiaire et dans 7 cas (37%) un score de risque élevé est mis en évidence.

3. Discussion

3.1. Intérêts et limites de la méthode utilisée

La méthode CHU est une méthode qualitative de hiérarchisation des risques qui possède un certain nombre d'avantages :

- Hiérarchisation rapide des priorités d'action ;
- Bonne faisabilité (comparativement aux études quantitatives nécessitant des prélèvements atmosphériques voire biologiques lourds, onéreux et longs) ;
- Simplicité d'application une fois les critères d'études définis.
- Elle indique la voie de pénétration des produits, ce qui permet dès la phase d'identification des dangers d'avoir une connaissance des moyens de protection à vérifier. La classification selon le type d'effet (local, systémique en fonction de la voie de pénétration, CMR) est un moyen rapide pour identifier les dangers d'un produit et ainsi permettre la mise en œuvre d'une prévention adaptée.
- Les fréquences de manipulation et quantités manipulées font partie des critères simples à obtenir et sont discriminants (éléments objectifs d'évaluation). Ce sont des critères d'estimation de la probabilité de survenue d'effets indésirables.
- L'efficacité des moyens de protection collective (sorbonne) et individuelle (gants et lunettes) a été jugée indispensable à cause de la précision de caractérisation des dangers (puisque l'identification distingue les voies de pénétration des produits dans l'organisme : respiratoire, oculaire et cutanée). La protection de la voie orale n'a pas été retenue, étant donné que la protection vis-à-vis de cette voie de pénétration consiste à respecter des mesures d'hygiène, plus difficiles à quantifier, subjectives et variables inter-individuellement.

Cependant, elle présente également un certain nombre d'inconvénients :

- Une limite importante de la méthode est qu'elle ne fait pas du tout intervenir la durée d'exposition aux produits chimiques. En effet, ce critère n'a pas été retenu lors de l'élaboration de la méthode, conçue pour les laboratoires, puisqu'il ne s'agit pas d'un facteur discriminant dans ces activités de laboratoire [11]. Cependant, la durée peut être déterminante surtout pour les manipulations avec des automates.

- La méthode est uniquement basée sur l'utilisation des mentions de danger notées sur les FDS : cela présente un inconvénient dans le cas où la FDS n'est pas disponible. Dans ce cas, la méthode attribue par précaution un niveau 2 de danger (danger important) qui n'est pas forcément justifié. Le recours à d'autres sources d'information (VLEP, données toxicologiques) pourrait pallier à ce problème (surestimation du danger et donc du risque). La méthode OHB Rhodia, par exemple, utilise les VLEP et les données toxicologiques [11].

- Elle ne prend pas en compte la volatilité des produits dans l'estimation des risques par inhalation. Ce critère n'a pas été retenu à cause des faibles quantités généralement manipulées, de la difficulté de valider la méthode si ce critère était ajouté aux autres mais également parce que ce critère est difficile à obtenir puisque rarement mentionné dans les FDS [11]. Cependant, la volatilité influence certainement les quantités de produits auxquelles est exposé le personnel et devrait être prise en compte dans l'étude de l'exposition. Ce critère serait notamment intéressant à prendre en compte dans les cas des produits utilisés en bacs de trempage pour la désinfection / stérilisation.

- Les protections respiratoires telles que les sorbonnes ne sont adaptées qu'aux laboratoires. Elles ne conviennent pas à d'autres services, et notamment aux blocs opératoires qui possèdent une ventilation spécifique (extraction de l'air et renouvellement par de l'air neuf, SEGA). C'est pourquoi il a été décidé d'ajouter « l'extraction d'air généralisée » dans les protections respiratoires. Un niveau 2 de protection (cotation 10^{-1}) a été retenu pour cette protection.

- Le nombre d'indices de risque, neuf au total, est élevé et limite la visibilité lors de l'interprétation des résultats. Cependant, cela présente l'avantage d'être précis.

3.2. Discussion des résultats

Selon la FDS du protoxyde d'azote, « ce produit n'a pas d'effet toxicologique connu » [35]. Or, les études menées et recensées dans la littérature [4, 38] montrent que ce composé, à forte concentration, est susceptible de présenter un danger pour la santé (polyneuropathies, myélopathies, effets tératogènes, atteintes du système immunitaire). Les résultats présentés ici ont été faits grâce à l'étude des FDS. Les indices de risques qui en résultent ne sont donc pas vraiment en adéquation avec le risque présenté dans la littérature pour le personnel des blocs opératoires. Ainsi, les résultats sont à considérer avec prudence car il se peut que le danger du produit et les risques qui lui sont attribués soient minimisés du fait de l'absence de risques toxicologiques mentionnés dans la FDS.
D'autre part, la FDS du desflurane (Suprane®) n'a pas pu être récupérée lors de l'étude. Il a été décidé, en s'appuyant sur la littérature [49] et les Résumés des Caractéristiques du Produit (RCP) de considérer ses risques équivalents à ceux du sévoflurane (Sévo®) pour lequel une FDS avait été fournie.

Par ailleurs, il a été difficile de faire une évaluation pleinement représentative des gaz anesthésiques. En effet, n'ayant pu obtenir pour les gaz utilisés une quantité moyenne par utilisation, une estimation s'est avérée nécessaire. Pour cela, et pour chaque clinique, la quantité quotidienne utilisée a été calculée en divisant les quantités commandées pour l'année 2012 par 365 (les blocs fonctionnant 7 jours/7). Ce résultat a ensuite été rapporté au nombre de salles d'opération de la clinique afin d'obtenir une moyenne de la consommation quotidienne pour chaque salle d'opération. Cette estimation est nécessaire même si elle est approximative, du fait de la grande variabilité en fonction de l'acte réalisé, du protocole et du temps de l'opération.
Il est également important de noter que la hiérarchisation des risques menée dans les cliniques est finalement plus théorique que pratique puisque les quantités manipulées et les conditions et fréquences de manipulation des produits ont été décrites par le personnel et non observées directement.

L'évaluation ne tient pas compte des comportements et des spécificités individuelles. En effet, celle-ci n'est basée que sur un poste et une tâche définie. Or, les différences interindividuelles de pratiques professionnelles du personnel sont en capacité de modifier le

niveau d'exposition de chacun. Pour limiter cela, il convient d'homogénéiser le plus possible les pratiques observées. Dans le cas présent, le principal problème réside dans le fait que les manipulations ont été décrites par le personnel et non observées directement. Par ailleurs, il n'a été retenu pour chaque produit qu'un seul scénario d'exposition. Les conditions de manipulation sont donc considérées comme uniques, ce qui est rarement le cas en pratique.

Dans la pratique courante, les produits mentionnés dans la littérature pour la stérilisation ne sont plus ou très peu utilisés. En effet, l'oxyde d'éthylène, à cause de sa forte toxicité n'est plus utilisé. Le glutaraldéhyde est de plus en plus remplacé par l'acide peracétique. Et même ce dernier se retrouve de moins en moins dans les milieux de soins. En effet, la stérilisation se fait le plus souvent par la chaleur dans des autoclaves à vapeur d'eau ou encore dans des stérilisateurs à plasma au peroxyde d'hydrogène par exemple pour une stérilisation à basse température. Par ailleurs, on retrouve d'autres produits chimiques, essentiellement utilisés en pré-traitement afin de nettoyer le matériel avant stérilisation. Ainsi, des bains de passivation par exemple sont utilisés pour éviter l'oxydation du matériel et sont constitués d'un acide dilué, comme l'acide phosphorique à 10 % par exemple.

Au niveau des gaz anesthésiques, le sévoflurane et le desflurane sont les plus présents au niveau des halogénés. Ce sont les deux composés les plus récents (dit de dernière génération). L'enflurane est également encore utilisé mais dans une moindre mesure. Je n'ai pas vu d'halothane ni d'isoflurane lors de mes visites. Le protoxyde d'azote est encore utilisé, mais de façon très inégale selon les anesthésistes ou encore les protocoles.

Les anesthésies peuvent être pratiquées en utilisant différents systèmes d'administration des gaz. Actuellement, et dans les cliniques visitées, le plus utilisé est le système de circuit fermé à bas débit de gaz frais. Cependant, certaines opérations comme les chirurgies ORL et pédiatriques nécessitent des systèmes d'anesthésie en circuit ouvert qui sont beaucoup plus exposantes au niveau respiratoire pour le personnel.
Dans l'évaluation, le risque par inhalation apparait de score intermédiaire grâce aux moyens de prévention mis en place :

- **Ventilation unidirectionnelle** descendante ou transversale : l'air est soufflé du plafond et est extrait aux quatre coins bas de la pièce, ce qui limite les remontées de

gaz vers le personnel, ou soufflé d'un côté de la pièce et extrait de l'autre. Le taux de renouvellement de l'air est important, de 5 à 7 volumes/heure ;

- Présence de **SEGA** : le mélange gazeux est canalisé hors de la salle vers un réseau mis en dépression par de l'air comprimé, distinct du réseau d'air médical [4] ;
- Présence de recyclage sur **cartouche de chaux** : ce système est présent sur les circuits fermés à bas débits de gaz frais. Le mélange gazeux expiré par le patient passe par une cartouche de chaux sodée destinée à retenir le gaz carbonique et à recycler totalement le mélange. Dans ces conditions, les gaz sont donc normalement très peu retrouvés dans l'air de la pièce [4].

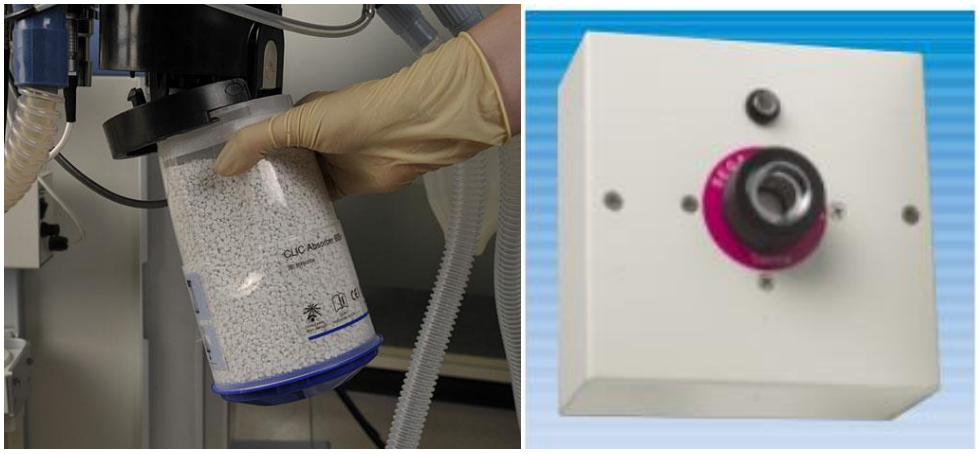


Figure 7 : Cartouche de chaux sodée et prise murale SEGA

Aucune des deux cliniques ne possède de système particulier de contrôle de l'exposition pour ses employés. Il serait donc intéressant, faisant suite à l'évaluation, de mettre en place un protocole de prélèvements atmosphériques afin d'effectuer une évaluation quantitative des risques, notamment dans les blocs opératoires à cause de la présence de gaz anesthésiques et dans les salles de désinfection des endoscopes à cause de la présence de glutaraldéhyde (clinique Belledonne).

On observe que pour des mêmes produits de désinfection des endoscopes, il existe des différences de score de risque en fonction de la clinique où ils sont manipulés. Ceci est dû, dans une des deux cliniques, à l'utilisation de gants inadaptés pour manipuler les produits de façon sécurisée. On constate en effet que le score de risque est faible par voie cutanée pour

l'***Anioxyde 1000 Activateur*** à la clinique Belledonne où les gants sont adaptés alors qu'il est intermédiaire à la clinique des Cèdres. De la même façon, le score de risque est faible par voie cutanée pour la manipulation des 3 produits ***Olympus*** à la clinique des Cèdres où les gants sont adaptés alors qu'il est intermédiaire à la clinique Belledonne. Il conviendrait de changer les gants en latex (utilisés pour la manipulation de l'Anioxyde 1000 Activateur à la clinique des Cèdres) et les gants en vinyle (utilisés à la clinique Belledonne pour la manipulation des 3 produits Olympus) par des gants en nitrile qui sont plus adaptés à l'utilisation des produits chimiques concernés.

3.3. Recommandations de maîtrise des risques

Il est nécessaire de déterminer les mesures préventives à mettre en place. Elles peuvent être de trois sortes différentes [7] :

- Mesures **techniques** qui concernent le matériel. Il s'agit de la mesure la plus légiférée et sa gestion est très réglementée. Elle consiste à adapter les dispositifs et équipements techniques ou à réaménager les lieux de travail ;
- Mesures **organisationnelles** qui impliquent un bon aménagement du poste de travail ;
- Mesures **humaines** qui sont des mesures individuelles et comportementales (respect des bonnes pratiques professionnelles).

Un ordre de priorité sera adopté pour mettre en œuvre les mesures de prévention. Dans un premier temps il faut envisager des solutions techniques, puis organisationnelles, et en dernier lieu des mesures humaines d'ordre individuel et comportemental.

On notera également que l'évaluation a été réalisée sur une durée limitée et selon les conditions d'exposition et de manipulation contemporaines à mes visites. L'évaluation est susceptible d'être modifiée selon les produits et les pratiques utilisés. Il est donc nécessaire de la réaliser régulièrement et de bien archiver les rapports antérieurs.

3.3.1. Activités de stérilisation

3.3.1.1. Acide peracétique

Afin d'assurer une maîtrise des risques correcte, les locaux de désinfection contenant les bacs de trempage doivent être indépendants des autres pièces dans le but de limiter le nombre de personnes exposées. Dans l'idéal, ces pièces sont placées en pression négative et bénéficient d'un apport d'air neuf. Selon l'article R. 4222-6 du Code du Travail, la ventilation générale du local, considéré comme à pollution non spécifique, dans lequel est manipulé l'acide peracétique doit comprendre l'introduction d'air neuf compensant l'air extrait, avec un débit par personne d'au moins 60 m^3/h (Voir Annexe 3). Il est par ailleurs recommandé d'utiliser des dispositifs de captage des vapeurs à la source et de ventilation spécifique des bacs. Ces derniers devront être intégrés dans le plan de travail et posséder des couvercles obturateurs afin de limiter la propagation des vapeurs. Ces bacs doivent être impérativement maintenus fermés en dehors des manipulations. Afin de diminuer la durée et la fréquence d'exposition et donc de limiter les risques de toxicité chronique, il est intéressant d'envisager une diversification des activités et une répartition des travaux entre le personnel. Les masques recommandés sont de type BP (filtre B antigaz inorganique et filtre P antiparticules). L'efficacité du filtre ; 1, 2 ou 3, sera choisie en fonction de la concentration atmosphérique attendue du produit. Les masques font partie des équipements de protection individuelle qui doivent être mis à disposition du personnel, au même titre que des lunettes de sécurité et des gants en nitrile de préférence et non stériles à manchettes extra-longues. Il est important de former et d'informer le personnel des risques présentés par le produit, des précautions à observer ainsi que des mesures à prendre en cas d'accident [6]. Il est également recommandé aux porteurs de lentilles de contact de privilégier les verres correcteurs lors des travaux où ils sont susceptibles d'être exposés à des vapeurs ou des aérosols acides [24].

Enfin, il est recommandé d'éviter d'affecter à des postes les sujets atteints d'affections cutanées ou pulmonaires chroniques sévères. Afin de permettre un suivi des travailleurs en contact avec ce produit et ainsi de limiter les risques, l'examen clinique d'embauche pourra utilement être complété par une radiographie pulmonaire et des épreuves fonctionnelles respiratoires de base dans le but de permettre une comparaison avec des examens réalisés ultérieurement.

3.3.1.2. Glutaraldéhyde

Une substitution du produit est recommandée, si cela est possible. Des produits alternatifs comme le peroxyde d'hydrogène ou encore l'acide peracétique peuvent être envisagés. Le glutaraldéhyde ne doit être utilisé que si toutes les autres méthodes de stérilisation ou de désinfection sont inappropriées. Dans ce cas il est nécessaire de minimiser au mieux le contact avec la peau et l'inhalation de vapeurs [46] :

- Réduire le nombre de travailleurs dans les zones où le glutaraldéhyde est utilisé ;
- Mettre en place dans les locaux une extraction d'air, de préférence avec un système d'aspiration et de renouvellement avec de l'air neuf ;
- Porter des masques et des gants adaptés lors de l'utilisation de glutaraldéhyde ;
- Former et informer le personnel.

Du fait de son pouvoir irritant et allergisant, et afin de minimiser les risques de contact, le glutaraldéhyde devrait être utilisé dans des bacs de trempage fermés dans le but de réduire les vapeurs. D'autre part, la pièce doit être munie d'une ventilation efficace. En effet, plusieurs publications ont rapporté que les solutions de glutaraldéhyde 2% sont capables, à température ambiante, de générer des vapeurs sources d'irritations [18]. Lorsque l'utilisation du glutaraldéhyde s'avère nécessaire, il est important de contrôler sa concentration dans l'air, et ainsi l'exposition professionnelle des travailleurs. La concentration présente dans l'air ambiant est généralement liée à la disponibilité des molécules dans le liquide (pression de vapeur, concentration de la solution…) ainsi qu'à la température ambiante présente sur le lieu de travail. Toute augmentation de la température et/ou de la concentration de la solution augmente ensuite la pression de vapeur des mélanges de glutaraldéhyde et ainsi sa concentration dans l'environnement [46].

L'INRS recommande le port de masque de type AP lors de la manipulation de glutaraldéhyde (filtre antigaz organique A et filtre antiparticules P). La classe du filtre, 1 ou 2, comme pour l'acide peracétique, sera choisie en fonction de la concentration atmosphérique du produit [6].

3.3.1.3. Oxyde d'éthylène

L'utilisation de ce composé, dont la toxicité est maintenant bien connue, semble très limitée dans les milieux de soins, voire complètement abandonnée. Cependant, il est encore très présent dans la littérature. Il convient donc de viser à réduire son utilisation, voire remplacer complètement ce procédé. Dans ce but, et afin de réduire le nombre de personnes potentiellement exposées, il est recommandé dans la mesure du possible, de s'associer avec d'autres institutions afin de regrouper la stérilisation des instruments thermosensibles [48].

De nombreuses mesures de protections techniques, organisationnelles et individuelles doivent être prises lors de l'emploi d'oxyde d'éthylène : de l'utilisation d'appareils de stérilisation automatiques à des directives précises sur l'aération du matériel stérilisé avec de l'oxyde d'éthylène, en passant par une ventilation suffisante de l'air ambiant [7].

Des mesures techniques peuvent être mises en place, à savoir l'utilisation de systèmes fermés à cycle de désorption automatique. Le but étant de permettre une bonne aération et désorption des produits stériles afin d'éviter des concentrations trop élevées lors de l'ouverture et le déchargement de l'appareil. Les salles doivent par ailleurs être ventilées efficacement, avec une évacuation de l'air pollué directement vers l'extérieur. D'autre part, le renouvellement de l'air devrait être au minimum de 3 à 5 volumes d'air par heure [48].

Des mesures organisationnelles appuient les mesures techniques. En effet, il convient de placer les appareils de stérilisation à l'oxyde d'éthylène dans un local séparé où il n'y a pas de poste de travail permanent. D'autre part, il serait idéal de pouvoir planifier l'activité de stérilisation pendant la nuit afin de permettre un temps de désorption suffisant (un minimum de 8 heures est préconisé). Les procédures doivent être clairement établies et signifiées par écrit : procédures d'exploitation et en cas de dysfonctionnement [48].

D'un point de vue individuel, il y a un risque de contact cutané lors du remplacement des bombonnes de gaz, qui oblige le manipulateur à porter des équipements de protections individuels. Il est recommandé, lors de cette opération de porter des gants de protection ainsi que des lunettes de protection. Le port d'un masque respiratoire de type AX, prévu pour filtrer les gaz et vapeurs organiques dont le point d'ébullition est inférieur à 65°C, est

également recommandé afin de se prémunir des émanations de gaz pendant le changement [48].
Dans l'optique de la protection du personnel, la stérilisation au plasma au peroxyde d'hydrogène, communément appelé « stérilisation au plasma », semble prendre le pas sur la stérilisation à l'oxyde d'éthylène *(note : il s'agit de la méthode du service de stérilisation du CHU de Grenoble)*. Cette technique de stérilisation comporte plusieurs avantages. Les cycles sont courts, ce qui permet de stériliser rapidement et efficacement le matériel, et la réaction ne produit que de l'eau et de l'oxygène, ce qui présente beaucoup moins de risques [48].
Il s'agit d'une bonne alternative aux méthodes de stérilisation chimique et qui mérite donc d'être préconisée par rapport à ces dernières.

3.3.2. Service des blocs opératoires

3.3.2.1. Gaz anesthésiques

Dans les blocs opératoires, la qualité de l'air est strictement contrôlée d'un point de vue microbiologique pour limiter le risque d'infections nosocomiales mais la réglementation et les bonnes pratiques n'imposent en revanche pas de contrôle de la qualité de l'air d'un point de vue chimique. Aucune plainte (céphalées, vertiges, nausées, fatigues physique et mentale, irritabilité [40]) n'a été recensée au cours de l'étude auprès du personnel soignant des blocs opératoires, cependant, quelques recommandations peuvent être faites ou rappelées afin de limiter le risque par inhalation [4, 50].
La ventilation de la pièce est un critère essentiel du plan de maîtrise des risques sanitaires au niveau des blocs opératoires. Le code du travail définit la ventilation comme « la mise en œuvre de dispositifs assurant le captage puis l'évacuation ou la rétention des polluants émis à chaque poste de travail et l'épuration de l'air, complétés par la ventilation générale ». Les locaux où sont utilisés les gaz anesthésiques sont dits à pollution spécifique et sont donc contraints à une certaine règlementation. En effet, le code du travail stipule dans l'article R. 4222-11 que la ventilation doit être réalisée et son débit déterminé en fonction de la nature, de la quantité et de la façon dont les polluants sont émis, sans que le débit minimal d'air neuf à apporter puisse être inférieur aux valeurs fixées pour les locaux à pollution non spécifique (voir Annexe 3). Il est nécessaire, dans la mesure du possible de mettre en place un captage au plus près des sources d'émission de la totalité des polluants [4].

L'employeur a un rôle important dans l'évaluation des risques. Il doit notamment, dans cette démarche, évaluer le risque d'exposition du personnel aux gaz anesthésiques. La première démarche à effectuer consiste à mettre en place les bonnes pratiques anesthésiques. Il faut donc choisir, lorsque cela est possible, les produits et les matériels les moins polluants [10] :

- Supprimer le risque par des techniques d'induction intraveineuse. Dans l'idéal il faudrait pouvoir éviter le recours aux gaz lorsque cela est possible. Cependant cette pratique est très difficile (grande variabilité interindividuelle de la concentration théorique adéquate et notion de décalage entre les concentrations sanguines et l'effet observé [58]) ;

- Réduire les quantités de gaz en utilisant un matériel adéquat, notamment par :
    - L'utilisation d'un circuit à bas débit de gaz frais ;
    - L'utilisation d'un masque double-enveloppe : les masques devraient être dotés d'une gaine suffisamment large pour permettre de recueillir les gaz expirés par la bouche du patient. Il s'agit d'un premier masque qui est inséré dans un masque externe plus large, dont il est séparé par une lame d'air sous faible pression négative.

- Appliquer à la source des mesures efficaces de prévention du risque, notamment par la mise en place de prises SEGA. Il convient de s'assurer que les gaz ne sont pas évacués à proximité d'une bouche de prise d'air du bâtiment ou des bâtiments environnants.

Les SEGA semblent efficaces pour diminuer les effets négatifs engendrés par l'inhalation des gaz anesthésiques. Cependant, même en leur présence les traces détectées dans l'air peuvent excéder les limites de 2 ppm recommandées pour les halogénés et de 25 ppm pour le protoxyde d'azote [13]. D'autre part, les SEGA ne sont pas encore présentes dans tous les blocs opératoires. Il conviendrait donc dans un premier temps de changer les anciens systèmes d'extraction qui fonctionnent par centrale de traitement d'air.

Il est également important de bien concevoir les locaux en intégrant les dispositifs d'évacuation des gaz dès la conception. Pour cela il est nécessaire de prévoir un nombre suffisant de SEGA et de conduits d'évacuation spécifiques. Les salles où sont utilisés des

anesthésiques gazeux doivent posséder des dispositifs assurant l'évacuation des gaz anesthésiques. Ces dispositifs doivent permettre, pendant la phase d'entretien, d'abaisser les concentrations à moins de 25 ppm pour le protoxyde d'azote et à moins de 2 ppm pour les halogénés. Il faut d'autre part que la ventilation générale du local soit d'un débit minimal en moyenne de 25 m^3/heure d'air neuf [10].

Il est nécessaire d'adopter des pratiques peu polluantes [10] :

- Contrôler les équipements avant usage et les entretenir régulièrement ;
- Eviter les fuites afin de limiter la diffusion de gaz dans l'environnement de travail. Il faudrait vérifier le circuit de respiration du patient et celui de délivrance du gaz (branchement, état des tuyaux,…) avant chaque utilisation afin de détecter une éventuelle irrégularité du système ou une fuite [41] ;
- Utiliser un captage localisé des gaz anesthésiques ;
- Remplir les cuves à halogénés le soir à la fermeture des salles (procédure de remplissage selon la notice de poste) ;
- Débrancher le respirateur le soir (rappel sur la notice de poste) ;
- La délivrance du gaz anesthésique au patient ne doit se faire qu'une fois le masque correctement posé et doit être arrêtée avant le retrait du masque [41].

Par ailleurs, par principe de précaution, il est nécessaire de formaliser par écrit un protocole « femme enceinte » dans chacune des cliniques. En effet, le caractère reprotoxique suspecté des gaz anesthésiques nécessite la mise en place de protocoles professionnels adaptés.

3.3.2.2. Fumées chirurgicales

Concernant les fumées chirurgicales, plusieurs mesures de protection peuvent être mises en place afin de limiter l'exposition du personnel. Il est nécessaire de mettre en place un système de captage des fumées à la source. Grâce à cette mesure, une grande partie des fumées ne parvient pas au niveau de la zone respiratoire de l'opérateur. Pour se faire, il existe différents types de dispositifs comme le captage intégré aux pièces à main, les captages

muraux ou encore stationnaires. Plus le dispositif est près de la source d'émission et plus il est efficace. Par ailleurs, plus le débit et la vitesse d'aspiration au niveau de l'orifice de captage de la buse sont élevés, et moins l'opérateur sera exposé aux fumées.

Il est également important de prendre en compte le fait que les composants de la fumée qui ne sont pas captés à la source vont se répartir dans l'air de la salle. Différents paramètres influencent le niveau d'exposition du personnel comme le type de ventilation (naturelle ou mécanique), le type et l'orientation de flux d'air (laminaire, ascendant ou descendant par exemple), ou encore le taux de renouvellement de l'air. Il faut également mettre en place des filtres à air de type HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) puisque les particules et les gaz et vapeurs contenus dans les fumées exigent des méthodes de filtration et d'adsorption différentes. Au niveau de la protection individuelle, le port d'un masque de type FFP2 au minimum est préconisé [33, 47].

D'après une étude publiée en 2007 et menée par Moot et *al.*, la découverte puis la quantification des produits présents dans les fumées chirurgicales ont été facilitées par le développement d'un spectromètre de masse qui a la capacité de détecter des concentrations même infimes de produits chimiques dangereux [2].

Par ailleurs, quelles que soient les mesures mises en œuvre pour protéger le salarié des fumées chirurgicales, il faut avant tout respecter les normes fixées en termes de ventilation et de renouvellement d'air imposées aux blocs opératoires.

Dans tous les cas, il est important de former le personnel sur les produits retrouvés dans les services et sur les risques encourus. En effet, l'utilisation des protections collectives et le port des équipements individuels seront favorisés si le personnel a connaissance des risques encourus en cas de non-respect des recommandations.

3.3.3. Poursuite de la démarche et acteurs

Le travail effectué au sein des cliniques ne constituait que la première partie de la démarche d'évaluation. Il est nécessaire par la suite que les cliniques s'approprient la méthode afin de compléter la démarche d'évaluation. Pour cela il est nécessaire de mettre en application les recommandations faites à l'issue de l'évaluation des risques.

L'évaluation des risques étant une démarche d'amélioration continue, il est nécessaire de faire une mise à jour régulière de l'évaluation (1 fois/an ou à chaque changement majeur de produit ou de procédure de manipulation). Afin qu'elle soit pérennisée, il faut qu'une personne en soit responsable et s'assure de sa mise en pratique. D'autre part, il est nécessaire de sensibiliser le personnel au risque chimique (réunions, formations, informations…).

Afin de poursuivre le travail commencé, le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail des cliniques avec les responsables hygiène et sécurité ont un rôle important. De même, le médecin du travail possède un rôle de suivi afin de permettre une évaluation optimale des risques chimiques. Il profitera également des résultats de l'évaluation des risques pour adapter, le cas échéant, le suivi médical des agents à la réalité des risques estimés.

CONCLUSION

CONCLUSION

Les travailleurs dans le secteur de la santé peuvent être exposés à une grande diversité de produits chimiques, parmi lesquels les produits de désinfection/stérilisation et les gaz anesthésiques. Afin de pouvoir protéger les salariés, il est nécessaire de mettre en place une évaluation des risques professionnels qui consiste à identifier les dangers et à caractériser l'exposition des travailleurs afin de déterminer les risques sanitaires et les éventuelles mesures de prévention et de protection à recommander.

La première partie de ce travail a permis de synthétiser les données de la littérature sur l'évaluation des risques sanitaires en milieu de soins, de préciser la toxicité de divers produits chimiques couramment utilisés dans ce milieu et de lister quelques méthodes de hiérarchisation des risques adaptées à ce secteur d'activité. La mise en application dans deux cliniques de soins grenobloises d'une méthode de hiérarchisation des risques, initialement mise au point par le CHU de Grenoble, a permis de faire le point sur les risques retrouvés réellement lors d'activités de désinfection / stérilisation et aux blocs opératoires. L'étude a ainsi permis de constater qu'un certain nombre de produits chimiques sont manipulés quotidiennement par le personnel des cliniques. Cependant, les produits retrouvés en pratique ne correspondent pas toujours à la littérature dans le domaine, justifiant une évaluation de terrain. En effet, cette constatation a été faite au niveau du service de stérilisation pour lesquels il n'a pas été retrouvé d'oxyde d'éthylène, d'acide peracétique ou de glutaraldéhyde. Les services effectuent la stérilisation du matériel grâce à des autoclaves à vapeur d'eau ou à des plasmas à hydrogène qui ne nécessitent pas l'utilisation de produits chimiques. Dans ces services, les seuls produits chimiques retrouvés sont utilisés pour nettoyer le matériel avant stérilisation (utilisation d'acide notamment pour les bains de passivation). La désinfection des endoscopes nécessite quant à elle l'utilisation d'un produit contenant du glutaraldéhyde dilué. Cette activité est souvent faite dans des locaux ne possédant pas de ventilation suffisante, ce qui expose les travailleurs aux vapeurs toxiques des produits et rend nécessaire une meilleure protection des agents.

Le personnel des blocs opératoires est exposé quotidiennement aux gaz anesthésiques : halogénés et protoxyde d'azote. Les mesures de protection collective mises en place (ventilation, SEGA, cartouches de récupération des gaz) permettent de limiter l'exposition dans la plupart des cas. Cependant, le caractère reprotoxique suspecté de ces gaz nécessite la mise en place de protocoles professionnels adaptés aux femmes enceintes dans chacune des cliniques.

L'exposition aux fumées chirurgicales, si elle est complexe et encore mal connue, mérite des évaluations ultérieures afin de préciser si elle peut constituer un enjeu en termes de risques professionnels.

La méthode d'évaluation utilisée (hiérarchisation des situations d'exposition les unes par rapport aux autres), bien que faiblement discriminante, n'en constitue pas moins un bon outil en première approche. Celle-ci peut être complétée par des métrologies individuelles pour confirmer le risque ou lorsque cela s'impose réglementairement.

Une évaluation du risque chimique est une démarche continue qu'il faut effectuer régulièrement afin de contrôler et d'ajuster les moyens de prévention. Il est nécessaire d'informer le personnel sur les risques encourus et de le former afin de pérenniser l'évaluation. La mise en place de métrologies quantitatives (prélèvements d'air et/ou biologiques) serait utile afin de réaliser une évaluation quantitative des risques dans les situations prioritaires.

Il est donc important que les cliniques s'approprient la méthode d'évaluation et comprennent son utilité afin d'en assurer la pérennité et le succès.

VU ET PERMIS D 'IMPRIMER
Grenoble, le 17/12/2013

LE DOYEN

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER GRENOBLE 1 U.F.R DE PHARMACIE

Professeur Christophe RIBUOT

LE PRESIDENT DE LA THESE

C.H.U. de GRENOBLE
POLE PHARMACIE
Pr Benoit ALLENET
N° ordre section : 90767-H
N° RPPS : 10001331750

Professeur Benoit ALLENET

BIBLIOGRAPHIE

[1] Bazin JE, Vignaud M, Petit A, Futier E. L'induction anesthésique. Congrès national d'anesthésie et de réanimation. Les essentiels. 2008;263-79

[2] Bigony L. Risks associated with exposure to surgical smoke plume: a review of the literature. AORN J. 2007 Dec;86(6):1013-20

[3] Boivin JF. Risk of spontaneous abortion in women occupationally exposed to anaesthetic gases: a meta-analysis. Occup Environ Med. 1997 Aug;54(8):541-8.

[4] Caisse Régionale d'Assurance Maladie Ile-de-France, Groupe pluridisciplinaire, Anesthésie et qualité de l'air. Guide pour prévenir les expositions professionnelles aux gaz et aux vapeurs anesthésiques. 3ème édition. Paris : CRAMIF; 1998 : 64 pages

[5] Carbajo-Rodríguez H, Aguayo-Albasini JL, Soria-Aledo V, García-López C. El humo quirúrgico: riesgos y medidas preventivas. Cir Esp. 2009;85(5):274-9

[6] CCLIN Sud-Est (Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales de l'inter-région Sud-Est). Acide peracétique : activités et usages en établissements de santé. Pierre-Bénite: CCLIN Sud-Est ; 2005 : 72 pages

[7] Commission européenne. Sécurité et santé au travail dans le secteur de la santé. Guide de prévention et de bonne pratique. Luxembourg : Office des publications de l'Union européenne; 2012 : 300 pages

[8] Cylteha. (page consultée le 25/11/2013). STYLTIME et Gestion du Risque Chimique, [en ligne]. http://www.cylteha.fr/fr/html/services.html

[9] Debouck F, Rieger E, Petit H, Noël G, Ravinet L. Méthode Orion® : analyse systémique simple et efficace des événements cliniques et des précurseurs survenant en pratique médicale hospitalière. Cancer Radiother. 2012 May;16(3):201-8. Erratum dans: Cancer Radiother. 2012 Dec;16(8):728.

[10] DIRECCTE Ile-de-France, Préfecture Ile-de-France, ARS Ile-de-France, ACMS, AP-HP, ARACT Ile-de-France, CFDT Ile-de-France, CRAMIF. Aide à l'évaluation des risques professionnels en milieux de soins. Aubervilliers : DIRECCTE Ile-de-France; 2013 : 59 pages

[11] Dumas L, Persoons R. Evaluation des risques toxiques professionnels dans les laboratoires du CHU de Grenoble. Thèse d'exercice de Médecine. Thèse d'exercice de Pharmacie. Grenoble: Université Joseph Fourier; Lyon: Université Claude Bernard; 2004

[12] Eickmann U, Falcy M, Fokuhl I, Rüegger M, Bloch M. Fumées chirurgicales : risques et mesures de prévention TC 137. Documents pour le Médecin du Travail. 2011;127:383-95

[13] Estryn-Béhar M. Exposition aux risques chimiques. In : Estryn-Béhar M. Risques professionnels et santé des médecins. Paris : Masson ; 2002. p. 105-133

[14] Exhausmed. (page consultée le 20/09/2013). Masque laryngé SureSeal®, [en ligne]. http://www.exhausmed.com/nouv.masque.larynge.SureSeal.asp
EXHAUSMED, 17 rue de la lancette, 75012 Paris

[15] Exhausmed. (page consultée le 20/09/2013). I-gel® dispositif supraglottique à usage unique, [en ligne]. http://www.exhausmed.com/nouv.i-gel.asp
EXHAUSMED, 17 rue de la lancette, 75012 Paris

[16] Fédération régionale des services de santé au travail (SSTI) des Pays de la Loire. Guide pratique d'évaluation et de prévention du risque chimique en entreprise. 2013 : 69 pages

[17] Hecht G, Hubert G, Subra I, Gagnaire F, Héry M. Evaluation des expositions à l'acide peracétique lors d'opération de désinfection (ND 2274). Hygiène et sécurité du travail. 2009;208:35-40

[18] Henchi MA, Amri C, Bouzgarou L, Haddad MS, Marzouk W, Rejeb K, et al. Evaluation du risque chimique lié à l'utilisation des désinfectants dans les unités de désinfection du matériel thermosensible au CHU de Monastir (Tunisie). Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 2009; 70:152-162

[19] Hill DS, O'Neill JK, Powell RJ, Oliver DW. Surgical smoke - a health hazard in the operating theatre: a study to quantify exposure and a survey of the use of smoke extractor systems in UK plastic surgery units. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2012 Jul;65(7):911-6.

[20] INRS. (page consultée le 30/11/2013). Arbre des causes d'un accident de travail, [en ligne]. http://www.inrs.fr/accueil/demarche/savoir-faire/suivi/arbre-cause.html

[21] INRS. (page consultée le 15/09/2013). Réglementation et classification des agents CMR : Dispositions spécifiques réglementaires et classifications existantes, [en ligne]. http://www.inrs.fr/accueil/risques/chimiques/cancerogenes-mutagenes/reglementation-cmr.html

[22] INRS. (page consultée le 15/09/2013). Réglementation et prévention du risque chimique : disposition du code du travail, [en ligne]. http://www.inrs.fr/accueil/risques/chimiques/cadre-reglementaire.html

[23] INRS. Andéol-Aussage B, Dornier G. L'évaluation des risques professionnels. 2ème édition. Le point des connaissances sur, ED 5018. Paris: INRS ; 2005 : 6 pages

[24] INRS. Bonnard N, Brondeau MT, Jargot D, Lafon D, Protois JC, Schneider O, Serre P. Acide peracétique. Fiche toxicologique FT 239. Paris: INRS, 2001 : 5 pages

[25] INRS. Bonnard N, Brondeau MT, Jargot D, Malard S, Schneider O, Serre P. Glutaraldéhyde. Fiche toxicologique, FT 171. Paris: INRS ; 2010 : 9 pages

[26] INRS. Bonnard N, Brondeau MT, Jargot D, Miraval S, Pillière F, Robert S, Schneider O, Serre P. Méthacrylate de méthyle. Fiche toxicologique FT 62. Paris: INRS ; 2013 : 10 pages

[27] INRS. Bonnard N, Falcy M, Jargot D, Miraval S, Pillière F, Robert S, Schneider O. Oxyde d'éthylène. Fiche toxicologique FT 70. Paris: INRS, 2012 : 9 pages

[28] INRS. Cadou S. Produits chimiques cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction : classification réglementaire. 2ème édition. Aide-mémoire technique, ED 976. Paris: INRS ; 2012 : 96 pages

[29] INRS. Mardirossian A. La fiche de données de sécurité. 2ème édition. Aide-mémoire technique, ED 954. Paris: INRS ; 2012 Oct : 67 pages

[30] INRS. Protoxyde d'azote par désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse. MétroPol, fiche 111. Paris : INRS ; 2010 :13 pages

[31] INRS. Règlement CLP : mentions de danger, éléments d'étiquetage/informations supplémentaires sur certaines substances et certains mélanges. Paris ; INRS : 2009. 9 pages

[32] INRS. Vincent R, Bonthoux F, Mallet G, Iparraguirre JF, Rio S. Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique : un outil d'aide à la décision, ND 2233. Hygiène et sécurité du travail. 2005;200:39-62

[33] ISSA (International Social Security Association). Eickmann U, Falcy M, Fokuhl I, Rüegger M. Fumées chirurgicales – Risques et mesures de prévention. Hambourg: ISSA ; 2011 : 50 pages

[34] Khajuria A, Maruthappu M, Nagendran M, Shalhoub J. What about the surgeon? Int J Surg. 2013;11(1):18-21

[35] Linde Groupe. Fiche de données de sécurité : Protoxyde d'azote médicinal. 2010 : 3 pages

[36] Mager Stellman J. L'exposition aux risques chimiques dans le secteur de la santé. In : Mager Stellman J. Bureau international du travail. Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. Genève : BIT ; 2000-2001: volume 3, 97: 54-56

[37] Ménard A. La fiche de données de sécurité. Travail et Sécurité. 2011 Déc; 723:40-1

[38] Mérat F, Mérat S. Risques professionnels liés à la pratique de l'anesthésie. Ann Fr Anesth Reanim. 2008 Jan;27(1):63-73

[39] Ministère du Travail. DARES. Les expositions aux produits chimiques cancérogènes en 2010. Enquête SUMER. DARES Analyses. 2013 Sept;54 : 9 pages

[40] Nacef H, Ben Amor A, Ben Jemaa A. Evaluation du risque toxique lié à l'exposition professionnelle aux gaz anesthésiques au CHU La Rabta. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 2004; 65(2-3):141

[41] NIOSH. Waste anesthetic gases. Occupational Hazards in Hospitals. Publication No. 2007-151. Cincinnati : National Institute for Occupational Safety and Health ; 2007; 16 pages

[42] Persoons R, Dumas L, Stoklov M, Maître A. Développement d'une nouvelle méthode d'évaluation des risques chimiques : application dans les laboratoires hospitaliers. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 2005;66(4):326-334

[43] Persoons R, Maître A, Sawicki B, Dumont D, Denis MA, Karinthi-Doyon A, Touche S. Outils d'aide à l'évaluation des risques chimiques en établissement de santé : retour d'expériences d'un réseau inter-CHU. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 2009;70:3-12

[44] Scott E, Beswick A, Wakefield K. The hazards of diathermy plume. Part 2. Producing quantified data. British Journal of Perioperative Nursing. 2004 Oct;14(10):452-56

[45] Shum J. Méthode de la JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations) Analyse des causes racines. UMAGIRS – FT – 01. Grenoble : CHU de Grenoble ; 2010 oct : 7 pages. Documentation interne au CHU

[46] Smith DR, Wang RS. Glutaraldehyde exposure and its occupational impact in the health care environment. Environ Health Prev Med. 2006 Jan;11(1):3-10.

[47] Spearman J, Tsavellas G, Nichols P. Current attitudes and practices towards diathermy smoke. Ann R Coll Surg Engl. 2007;89(2):162–165.

[48] SuvaPro (Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents), Käslin E, Jost M, Rüegger M, Kunz I. Stérilisation à basse température dans le secteur de la santé : Manipulation en toute sécurité de l'oxyde d'éthylène et du formaldéhyde. 3ème édition. Lucerne: Suva ; fév 2007 : 52 pages

[49] SuvaPro (Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents), Rüegger M, Jost M. Condition de travail lors d'exposition aux gaz anesthésiques. Risques, mesures de protection. 1ère édition. Lucerne: Suva ; mars 1998 : 97 pages

[50] Tahri L, Kahlain K, El Kholti A. L'évaluation du risque chimique en milieu. Espérance médicale. 2010; 17:537-41.

[51] Tanguay C, Legris M, Bussières JF. Exposition professionnelle aux gaz anesthésiques pour inhalation – partie 2. Bulletin d'information toxicologique. 2013;29(3):96-121

[52] Testud F. Toxicologie médicale professionnelle et environnementale. 4ème édition. Paris: Eska; 2012. 815 pages

[53] The Joint Commission. (page consultée le 22/11/2013). Patient safety, [en ligne]. http://www.jointcommission.org/topics/patient_safety.aspx
The Joint Commission, Washington

[54] Tripodi D, Keriven-Dessomme B, Lombrail P, Bourut Lacouture M, Chabot AS, Houdebine MT, et al. Evaluation des risques professionnels perçus chez le personnel du Centre hospitalo-universitaire de Nantes. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 2007; 68:457-73.

[55] UIC (Union des Industries Chimiques). Evaluation et prévention des risques professionnels liés aux agents chimiques. Document technique, DT 80. Paris : UIC; 2013:26-45

[56] Verdun-Esquer C. Risques professionnels liés à l'emploi des produits détergents et désinfectants. Journée d'Anesthésie-Réanimation Chirurgicale d'Aquitaine. 2004 : 12 pages

[57] Vincent C, Taylor-Adams S, Chapman EJ, Hewett D, Prior S, Strange P, Tizzard A. How to investigate and analyse clinical incidents: clinical risk unit and association of litigation and risk management protocol. Br Med J. 2000 March;320(7237):777-81.

[58] Viviand X, Léone M, Martin C. Anesthésie intraveineuse assistée par ordinateur. Médecine thérapeutique. 1999;5(6):461-6

ANNEXES

Annexe 1 : Définitions

Agent chimique :

Le code du travail définit l'agent chimique comme étant « tout élément ou composé chimique, soit en l'état, soit au sein d'une préparation, tel qu'il se présente à l'état naturel ou tel qu'il est produit, utilisé ou libéré, notamment sous forme de déchet, du fait d'une activité professionnelle, qu'il soit ou non produit intentionnellement et qu'il soit ou non mis sur le marché » (Art. R. 4412-2). La circulaire DRT n°12 du 24 mai 2006 précise que « la notion d'agent chimique permet de désigner une entité chimique telle qu'une substance, une préparation, des fumées, des déchets, des poussières, des aérosols liquides… ».

Agent chimique dangereux :

Le code du travail défini la notion d'agent chimique dangereux dans les articles R. 4412-3 et R. 4412-6. Ainsi, « sont considérées comme dangereuses, toutes substances et préparations correspondant aux catégories suivantes : explosibles, comburantes, extrêmement et facilement inflammables, inflammables, toxiques, très toxiques, nocives, corrosives, irritantes, sensibilisantes, tous cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction de catégories 1A, 1B et 2 (nouvelle classification CLP), dangereuses pour l'environnement ». Par ailleurs, il est précisé que « tout agent chimique en l'état ou au sein d'une préparation, qui, bien que ne satisfaisant pas aux critères de classement, peut présenter un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs en raison de ses propriétés physico-chimiques, chimiques ou toxicologiques ainsi que des modalités de sa présence sur le lieu de travail ou de son utilisation est considéré comme étant un agent chimique dangereux ». Est également compris dans cette définition tout agent chimique pour lequel des décrets prévoient une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP).

Cancérogène – Mutagène – Reprotoxique

Un **cancérogène** est un agent capable de provoquer l'apparition ou l'augmentation de la fréquence de survenue d'un cancer, c'est-à-dire d'un groupe de pathologies caractérisées par la croissance incontrôlée et la dissémination de cellules anormales. Les cancérogènes peuvent être d'origines chimiques, physiques ou biologiques et il peut s'agir du produit manipulé ou de contaminants présents dans le produit, mais également de substances produites par un procédé de fabrication.

Un **mutagène** est un agent capable de provoquer la production ou l'augmentation de la fréquence de survenue de mutations génétiques héréditaires. Il va ainsi provoquer la modification permanente des caractères génétiques par changement au niveau du nombre ou de la qualité des gènes de l'individu.

Un **reprotoxique** est un agent capable de provoquer l'apparition ou l'augmentation de la fréquence de survenue d'effets nocifs non héréditaires sur la descendance ou portant atteinte aux fonctions ou capacités reproductives. Deux catégories d'effets peuvent être distinguées, à savoir un effet direct sur la fertilité masculine et féminine (libido, comportement sexuel, production des gamètes, activité hormonale) et un effet toxique pour le développement de l'enfant à venir (perturbation du développement, anomalies structurelles et fonctionnelles…).

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

La Valeur Limite de Court Terme (VLCT) : il s'agit de la valeur mesurée sur une période de référence de 15 minutes. Elle est destinée à éviter les effets toxiques dus à des pics d'exposition (effets immédiats ou à court terme). La VLCT ne doit jamais être dépassée.

La VLEP 8 heures : également appelée Valeur Moyenne d'Exposition (VME). Il s'agit de la moyenne des concentrations auxquelles un travailleur est exposé au cours d'une journée de 8 heures de travail. Elle est destinée à éviter les effets toxiques différés. Une VLEP 8 heure peut être dépassée sur de courtes périodes, à condition de ne pas dépasser la VLCT correspondante si celle-ci est établie pour le produit.

On distingue deux types de VLEP :

Valeurs limites réglementaires contraignantes : ces valeurs font l'objet de décret en Conseil d'Etat et sont intégrées à l'article R. 4412-149 du code du travail. Elles ne sont fixées que pour les agents chimiques les plus dangereux pour lesquels il existe des méthodes de prélèvements et d'analyses validées. Le respect de non dépassement de ces valeurs est une obligation minimale pour l'employeur.

Valeurs limites réglementaires indicatives : elles sont fixées par arrêté en application de l'article R. 4412-150 du code du travail. Ces valeurs réglementaires établissent un objectif minimal de prévention à atteindre.

Valeurs limites biologiques (VLB)

La valeur limite biologique définit la concentration maximale que l'on peut retrouver de l'agent concerné, d'un de ses métabolites ou un indicateur d'effet, dans un milieu biologique approprié (sang et urine le plus souvent). Ces paramètres sont des Indicateurs Biologiques d'Exposition (IBE) qui intègrent toutes les voies d'absorption de l'agent dans l'organisme. Ils permettent également de contrôler l'exposition à des substances faiblement volatiles ou ayant des effets toxiques cumulatifs.
Seul le plomb possède une VLB réglementaire contraignante fixée par décret.

Annexe 2 : Mentions de danger relatives aux dangers pour la santé. Règlementation CLP [31]

Code	Libellé	Classe(s) et catégorie(s) de danger associées
H300	Mortel en cas d'ingestion	Toxicité aiguë (par voie orale), catégories 1, 2
H301	Toxique en cas d'ingestion	Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 3
H302	Nocif en cas d'ingestion	Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 4
H304	Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires	Danger par aspiration, catégorie 1
H310	Mortel par contact cutané	Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégories 1, 2
H311	Toxique par contact cutané	Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 3
H312	Nocif par contact cutané	Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 4
H314	Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves	Corrosion /irritation cutanée, catégories 1A, 1B, 1C
H315	Provoque une irritation cutanée	Corrosion/irritation cutanée, catégorie 2
H317	Peut provoquer une allergie cutanée	Sensibilisation cutanée, catégorie 1
H318	Provoque des lésions oculaires graves	Lésions oculaires graves/irritation oculaire, catégorie 1
H319	Provoque une sévère irritation des yeux	Lésions oculaires graves/irritation oculaire, catégorie 2
H330	Mortel par inhalation	Toxicité aiguë (par inhalation), catégories 1, 2
H331	Toxique par inhalation	Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 3
H332	Nocif par inhalation	Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 4
H334	Peut provoquer des symptômes	Sensibilisation respiratoire, catégorie 1

	allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation	
H335	Peut irriter les voies respiratoires	Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires
H336	Peut provoquer somnolence ou vertiges	Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Effets narcotiques
H340	Peut induire des anomalies génétiques <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Mutagénicité sur les cellules germinales, catégories 1A, 1B
H341	Susceptible d'induire des anomalies génétiques <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Mutagénicité sur les cellules germinales, catégorie 2
H350	Peut provoquer le cancer <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Cancérogénicité, catégories 1A, 1B
H351	Susceptible de provoquer le cancer <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Cancérogénicité, catégorie 2
H360	Peut nuire à la fertilité ou au fœtus <*indiquer l'effet spécifique s'il est connu*> <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Toxicité pour la reproduction, catégories 1A, 1B
H361	Susceptible de nuire à la fertilité ou au foetus <*indiquer l'effet s'il est connu*> <*indiquer la voie*>	Toxicité pour la reproduction, catégorie 2

	d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>	
H362	Peut-être nocif pour les bébés nourris au lait maternel	Toxicité pour la reproduction, catégorie supplémentaire : effets sur ou via l'allaitement
H370	Risque avéré d'effets graves pour les organes <*ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus*> <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 1
H371	Risque présumé d'effets graves pour les organes <*ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus*> <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 2
H372	Risque avéré d'effets graves pour les organes <*indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus*> à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition répétée, catégorie
H373	Risque présumé d'effets graves pour les organes <*indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus*> à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée <*indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger*>	Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition répétée, catégorie 2

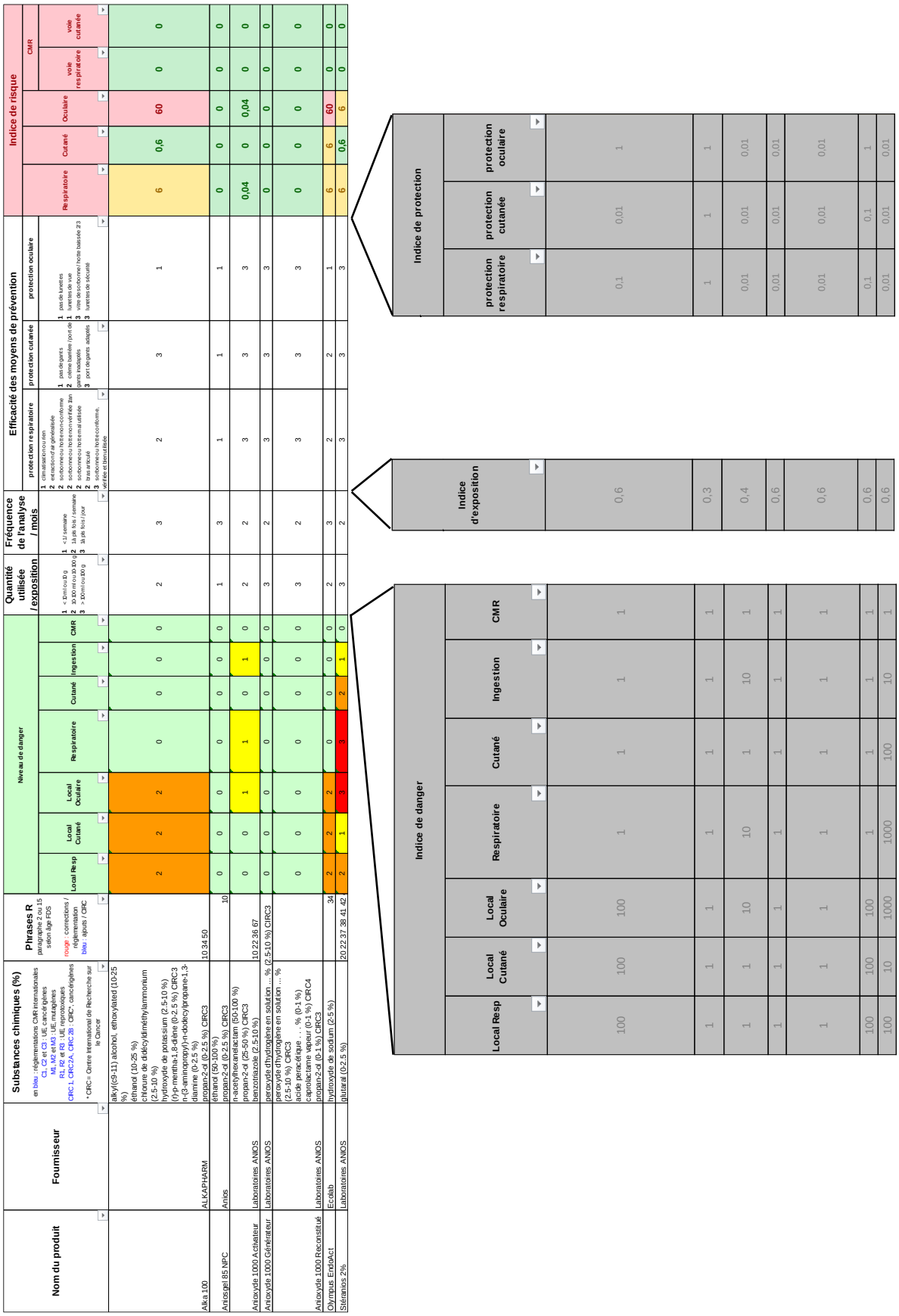
Pour certaines mentions de danger, des lettres sont ajoutées au code à trois chiffres :

H350i	Peut provoquer le cancer par inhalation
H360F	Peut nuire à la fertilité
H360D	Peut nuire au fœtus
H361f	Susceptible de nuire à la fertilité
H361d	Susceptible de nuire au fœtus
H360FD	Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus
H361fd	Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus
H360Fd	Peut nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus
H360D	Peut nuire au fœtus. Susceptible de nuire à la fertilité

Annexe 3 : Renouvellement d'air fixé par le code du travail pour les locaux à pollution non spécifique

Désignation des locaux	**Débit minimal d'air neuf/occupant (m^3/h)**
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

Annexe 4 : Feuille de calcul Excel ; données extraites de Styltime®



Nom du produit	Fournisseur	Substances chimiques (%)	Phrases R	Niveau de danger								Quantité utilisée / exposition	Fréquence de l'analyse / mois	Efficacité des moyens de prévention			Indice de risque				
				Local Resp	Local Cutané	Local Oculaire	Respiratoire	Cutané	Ingestion	CMR				protection respiratoire	protection cutanée	protection oculaire	Respiratoire	Cutané	Oculaire	CMR voie respiratoire	CMR voie cutanée
		alkyl(c9-11) alcohol, ethoxylated (10-25 %) éthanol (10-25 %) chlorure de didécyldiméthylammonium (2,5-10 %) hydroxyde de potassium (2,5-10 %) (r)-p-mentha-1,8-diène (0-2,5 %) CIRC3 n-(3-aminopropyl)-n-dodecylpropane-1,3-diamine (0-2,5 %)																			
Alka 100	ALKAPHARM	propan-2-ol (0-2,5 %) CIRC3	10 34 50	2	2	2	0	0	0	0		2	3	2	3	1	6	0,6	60	0	0
Aniosgel 85 NPC	Anios	éthanol (50-100 %) propan-2-ol (0-2,5 %) CIRC3	10	0	0	0	0	0	0	0		1	3	1	1	1	0	0	0	0	0
Anioxyde 1000 Activateur	Laboratoires ANIOS	n-acetylthreoninelactam (50-100 %) propan-2-ol (25-50 %) CIRC3 benzotriazole (2,5-10 %)	10 22 36 67	0	0	1	1	0	1	0		2	2	3	3	3	0,04	0	0,04	0	0
Anioxyde 1000 Générateur	Laboratoires ANIOS	peroxyde d'hydrogène en solution ... % (2,5-10 %) CIRC3		0	0	0	0	0	0	0		3	2	3	3	3	0	0	0	0	0
Anioxyde 1000 Reconstitué	Laboratoires ANIOS	peroxyde d'hydrogène en solution ... % (2,5-10 %) CIRC3 acide peracétique ... % (0-1 %) caprolactame vapeur (0-1 %) CIRC4 propan-2-ol (0-1 %) CIRC3		0	0	0	0	0	0	0		3	2	3	3	3	0	0	0	0	0
Olympus EndoAct	Ecolab	hydroxyde de sodium (2-5 %)	34	2	2	2	0	0	0	0		2		2		1	6	6	60	0	0
Stéranios 2%	Laboratoires ANIOS	glutaral (0-2,5 %)	20 22 37 38 41 42	2	1	3	3	2	1	0		3	2	3	3	3	6	0,6	6	0	0

Indice de danger								Indice d'exposition	Indice de protection			
Local Resp	Local Cutané	Local Oculaire	Respiratoire	Cutané	Ingestion	CMR			protection respiratoire	protection cutanée	protection oculaire	
100	100	100	1	1	1	1		0,6	0,1	0,01	1	
1	1	1	1	1	1	1		0,3	1	1	1	
1	1	10	10	1	10	1		0,4	0,01	0,01	0,01	
1	1	1	1	1	1	1		0,6	0,01	0,01	0,01	
1	1	1	1	1	1	1		0,6	0,01	0,01	0,01	
100	100	100	1	1	1	1		0,6	0,1	0,1	1	
100	10	1000	1000	100	10	1		0,6	0,01	0,01	0,01	

Faculté de Pharmacie,
Université Joseph Fourier Grenoble I.



Serment de Galien

« Je jure en présence des Maîtres de la Faculté, des Conseillers de l'Ordre des Pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit(e) dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque ».

Thèse soutenue par : Juliane SILLIERE

TITRE : Evaluation du risque chimique en milieu de soins. Application aux activités de désinfection/stérilisation et aux blocs opératoires dans deux cliniques.

RESUME

La sécurité sanitaire est un sujet incontournable des établissements de soins. Les travailleurs du secteur de la santé peuvent être exposés à une grande diversité de produits chimiques, ce qui implique que la gestion du risque chimique soit importante au sein de ces structures.
Les activités de désinfection/stérilisation et les blocs opératoires ont été retenus pour appliquer une méthode de hiérarchisation des risques. Une étude de la littérature a permis de déterminer un certain nombre de produits dangereux pour la santé susceptibles d'être manipulés lors de ces activités.
La mise en application dans deux cliniques de soins grenobloises d'une méthode de hiérarchisation des risques a permis de faire le point sur les risques retrouvés réellement dans les activités choisies et de constater la différence avec les produits cités dans la littérature. Des produits chimiques sont essentiellement retrouvés lors de la désinfection des endoscopes et aux blocs opératoires, beaucoup moins pour les activités de stérilisation grâce à l'utilisation d'autoclaves. L'étude a permis de constater qu'un certain nombre de produits chimiques sont manipulés quotidiennement par le personnel des cliniques et qu'ils peuvent être à l'origine de risques locaux (irritations, brûlures) ou plus rarement systémiques (effet sur un organe, reprotoxique…). Ceci a permis de proposer la mise en place de moyens de prévention des risques et/ou de renforcer certains équipements de protection. Le travail effectué constitue un outil pour permettre la mise en place d'une gestion plus détaillée du risque chimique et orienter le cas échéant vers des métrologies. L'évaluation des risques chimiques étant un processus continu, il est important que les cliniques s'approprient la méthode d'évaluation et comprennent son utilité afin de pérenniser la démarche de prévention et d'assurer la sécurité et la santé des salariés sur le long terme.

Mots-clés : Evaluation / Risque chimique / Etablissement de santé / Désinfection / Stérilisation / Blocs opératoires / Gaz anesthésiques

Adresse de l'auteur : 14 rue de Brumath
REITWILLER
67370 BERSTETT