

**ENSP**

ECOLE NATIONALE DE  
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES



---

**Ingénieur du Génie Sanitaire**

Promotion : **2005-2006**

---

**Qualité et traitement de l'air intérieur  
en milieu hospitalier :**

**quels risques physico-chimiques ?**

Application à l'hôpital pédiatrique Lenal de Nice

---

**Présenté par :**

**Marion KEIRSBULCK**

**« Ingénieur ENSIACET »**

**Lieu de stage : Hôpital LENVAL Nice**

**Référent Professionnel :**

**Bernard LECAT**

**Référent pédagogique :**

**Michel CLEMENT**

---

# Remerciements

---

J'adresse tout d'abord mes remerciements à Monsieur LECAT pour m'avoir accueilli au sein de l'hôpital pédiatrique LENVAL de Nice et pour m'avoir permis de réaliser ce mémoire.

Je remercie Marie-Josèphe DUVAL et Martine DIEZ du service Hygiène et Bruno MASSENA du service Qualité et Gestion des risques pour leur aide et leur sympathie qui ont contribué à la bonne réalisation de ce stage.

Ce travail est le fruit d'une collaboration étroite avec plusieurs services de l'hôpital Lenal. A ce titre, je remercie tous les membres du personnel de l'hôpital que j'ai rencontré et qui m'ont fait partager leur expérience. Plus particulièrement, je remercie Eric CATANESE, Thierry FRANCOIS du service technique et sécurité. Je tiens aussi à remercier Jackie MUR et Dominique JUIGNET du bloc opératoire pour leur accueil et leur aide.

Merci également à mon référent pédagogique, Michel Clément, enseignant de l'Ecole Nationale de Santé Publique.

Pour finir, mes remerciements vont à Madame MANDIN de l'INERIS, coordinatrice du réseau Recherche Santé Environnement Intérieur, Monsieur LABORT de l'Association agréée de surveillance de la qualité de l'air QUALITAIR des Alpes Maritimes et Monsieur FAHARIDINE, thésard au Centre Cardiologique du Nord pour m'avoir reçu dans leur service et m'avoir fait partager leur connaissance sur la thématique de la qualité de l'air.

---

# Sommaire

---

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1 L'hôpital LENVAL</b> .....	<b>2</b>
1.1 <i>La description de la structure hospitalière LENVAL</i> .....	2
1.1.1 L'architecture.....	2
1.1.2 L'organisation de l'espace.....	2
1.1.3 Les constituants architecturaux.....	3
1.1.4 L'aménagement de certains locaux de l'établissement.....	5
1.2 <i>Les activités hospitalières</i> .....	7
1.2.1 Les différents services.....	7
1.2.2 Les occupants : personnels et patients.....	9
1.2.3 L'hospitalisation.....	11
1.2.4 L'hygiène hospitalière.....	11
<b>2 Le traitement de l'air</b> .....	<b>16</b>
2.1 <i>La réglementation française</i> .....	16
2.2 <i>Les objectifs du traitement d'air</i> .....	17
2.3 <i>Les systèmes de traitement d'air de l'établissement</i> .....	18
2.3.1 La centrale de traitement d'air.....	18
2.3.2 La distribution et la reprise d'air.....	19
2.3.3 Le réglage de différents paramètres de fonctionnement.....	20
2.4 <i>La surveillance de l'air</i> .....	21
<b>3 La qualité de l'air en milieu hospitalier</b> .....	<b>22</b>
3.1 <i>Les résultats de la surveillance de l'air de l'hôpital LENVAL</i> .....	22
3.2 <i>Les polluants d'origine intérieure</i> .....	22
3.2.1 Les composés des matériaux de construction et du mobilier.....	23
3.2.2 Les composés des produits de nettoyage, de désinfection et de stérilisation.....	24
3.2.3 Les polluants spécifiques à certains services hospitaliers.....	25
3.3 <i>Les polluants d'origine extérieure</i> .....	26
3.3.1 Le suivi de l'air extérieur.....	26
3.3.2 Les visiteurs.....	28
3.4 <i>Le devenir des polluants dans l'environnement intérieur</i> .....	28
3.4.1 Les facteurs structurels.....	28
3.4.2 Les facteurs comportementaux.....	31
3.4.3 La réactivité chimique des polluants dans l'air intérieur.....	31

3.5	<i>Les valeurs guides* ou valeurs limites* pour l'air intérieur</i> .....	31
3.6	<i>Bilan : la spécificité du milieu hospitalier</i> .....	32
<b>4</b>	<b>Vers une démarche d'évaluation des risques sanitaires</b> .....	<b>33</b>
4.1	<i>Pertinence et faisabilité d'une évaluation des risques sanitaires</i> .....	33
4.2	<i>Stratégie de hiérarchisation : application de la méthode d'évaluation des risques de l'INRS et de l'OQAI</i> .....	35
4.2.1	Schéma 1 : personnel hospitalier d'entretien et du bloc opératoire .....	35
4.2.2	Schéma 2 : personnel et patients de long séjour .....	36
4.3	<i>Déroulement des étapes de la démarche d'évaluation des risques sanitaires</i> .....	36
4.3.1	Identification des dangers et synthèse des VTR.....	37
4.3.2	Estimation de l'exposition .....	39
4.3.3	La caractérisation du risque : niveaux d'expositions critiques .....	42
4.4	<i>Discussion</i> .....	43
	<b>Conclusion</b> .....	<b>45</b>
	<b>Bibliographie</b> .....	<b>47</b>
	<b>Liste des sites internet consultés</b> .....	<b>50</b>
	<b>Glossaire</b> .....	<b>51</b>
	<b>Liste des annexes</b> .....	<b>I</b>
	<b>Abstract</b> .....	<b>XXIX</b>

---

## Liste des sigles utilisés

---

**AASQA** : Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (QUALITAIR réseau de surveillance dans les Alpes-Maritimes, les Alpes de Haute-Provence et les Hautes-Alpes)

**AFNOR** : Association Française de NORmalisation

**AFSSaPS** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

**AFSSET** : Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale et du Travail

**AP** : Auxiliaire de Puériculture

**ASH** : Agent de Service Hospitalier

**ASPEC** : Association pour la Prévention et l'Etude de la Contamination

**ATSDR**: Agency for Toxic Substances and Disease Registry

**BDSP** : Banque de Données en Santé Publique

**CAMSP** : Centre d'Action Médico-sociale Précoce

**CHU** : Centre Hospitalier Universitaire

**CIRC** : Centre de Recherche International sur le Cancer

**CLIN** : Centres de Lutte contre les Infections Nosocomiales

**COV** : Composés Organiques Volatils

**CSHPF** : Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

**CSP** : Code de Santé Publique

**CSTB** : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

**CTA** : Centrale de Traitement d'Air

**CTIN** : Comité Technique National des Infections Nosocomiales

**DD** : Détergent-désinfectant

**DGS** : Direction Générale de la Santé

**DHOS** : Direction de l'hospitalisation et de l'Organisation des Soins

**DIM** : Département de l'Information Médicale

**ERS** : Evaluation des Risques Sanitaire

**GH** : Groupe de Hiérachisation

**GTC** : Gestion Technique Centralisé

**HEPA** : Haute Efficacité pour les Particules Aériennes

**IADE** : Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat

**IAO** : Infirmière d'Accueil et d'Orientation

**IBODE** : Infirmier de Bloc Opératoire Diplômé d'Etat

**IDE** : Infirmier Diplômé d'Etat

**INERIS** : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

**INRS** : Institut National de Recherche et de Sécurité

**INSEE** : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

**InVS** : Institut de Veille Sanitaire

**IR** : Indice de Hiérarchisation

**IRIS**: Integrated Risk Information System (US-EPA)

**IRM** : Imagerie par Résonance Magnétique

**ISO** : International Standard Organisation  
**ITER**: International Toxicity Estimates for Risk (TERA)  
**NF** : Norme Française  
**OQAI** : Observatoire de la qualité de l'air intérieur  
**PMSI** : Programme de Médicalisation du Système d'Information  
**PNSE** : Plan National Santé Environnement  
**RESE** : Réseau d'Echange en Santé Environnement  
**RSD** : Règlement Sanitaire Départemental  
**SFHH** : Société Française d'Hygiène Hospitalière  
**TV** : Tous Véhicules  
**SNC** : Système Nerveux Central  
**UFC** : Unité Formant Colonie  
**UHCD** : Unité d'Hospitalisation de Courte Durée  
**UNICLIMA**: union syndical des constructeurs de matériel aéraulique, thermique, thermodynamique et frigorifique  
**US-EPA**: United States - Environmental Protection Agency  
**VTR** : Valeur Toxicologique de Référence  
**WHO**: World Health Organisation (OMS en français)

**NO<sub>x</sub>** : oxydes d'azote  
**O<sub>3</sub>** : ozone  
**PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>** : particules de diamètre aérodynamique médian inférieur respectivement à 2.5 et 10µm

Les astérisques\* renvoient aux termes du glossaire situé page 51.

---

# Liste des tableaux et figures

---

## Liste des Tableaux

Tableau 1 : Répartition des services de l'hôpital LENVAL sur les étages du bâtiment .....	3
Tableau 2 : Effectifs à temps plein du personnel médical, para médical et d'entretien pour différents services hospitaliers de LENVAL.....	9
Tableau 3 : Effectifs à temps plein du personnel médical et non médical des services administratifs, logistiques et médico-technique de LENVAL .....	10
Tableau 4 : Activité de l'établissement Lenval en 2005 : actes ou admission, taux d'occupation et durée moyenne de séjour dans les services d'hospitalisation .....	10
Tableau 5 : Le nombre de places en hospitalisation temps plein (http) et hospitalisation de jour (HJ) pour les services de médecine, de chirurgie et de psychiatrie de l'hôpital Lenval .....	11
Tableau 6 : Classification de l'établissement en zones à risques définie par le CLIN.....	12
Tableau 7 : Fréquence et produit de référence utilisé pour les différentes zones à risque .....	13
Tableau 8 : Produits d'entretien utilisés dans l'hôpital Lenval : les principes actifs de base, la concentration d'utilisation et les spécificités. ....	13
Tableau 9 : Produits désinfectants ou stérilisants utilisés pour le traitement des dispositifs médicaux à l'hôpital Lenval : les principes actifs de base, la concentration d'utilisation et les spécificités. ....	15
Tableau 10 : Débits d'air neuf minimum par occupant dans les locaux à pollution non spécifique.....	17
Tableau 11 : Installations de traitement d'air de l'hôpital LENVAL.....	20
Tableau 12 : Liste des polluants retenus pour caractériser la qualité de l'air intérieur hospitalier .....	32
Tableau 13 : Hiérarchisation des produits d'entretien et de stérilisation de l'hôpital Lenval suivant la méthodologie de l'INRS.....	35
Tableau 14 : Classement de l'OQAI des contaminants décrits dans l'air intérieur de l'hôpital Lenval.....	36
Tableau 15 : Niveau d'information disponible pour les composés décrits dans l'air intérieur de l'hôpital suivant le classement de hiérarchisation proposé par l'OQAI.....	38
Tableau 16 : Horaires de travail des différents agents de soins pour certains services .....	40
Tableau 17 : Une journée moyenne des femmes et hommes actifs travaillant 35 heures.....	41

## Liste des Figures

Figure 1 : Photographie de l'hôpital LENVAL.....	2
Figure 2 : Schéma d'une centrale de traitement d'air dit « Hygiénique ».....	19
Figure 3 : Schéma d'une centrale de traitement d'air avec trois étages de filtration.....	19
Figure 4 : Schémas d'exposition aux polluants de l'air intérieur à l'hôpital LENVAL.....	34
Figure 5 : Répartition par catégorie majeure de diagnostic pour des séjours de plus de 15 jours dans les services d'hospitalisation de LENVAL sur l'année 2005 .....	42

## Introduction

La pollution de l'air intérieur est une préoccupation récente en France, différents groupes scientifiques, notamment ceux de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI), créé en 2001, ont pour mission de mieux connaître cette problématique. Depuis quelques années, les pouvoirs publics ont mis en œuvre des actions ciblées dans le cadre du Plan National Santé Environnement (2004) comme « Mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur » et « Mettre en place un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction ». A ce jour, les environnements intérieurs investigués sont les bâtiments du tertiaire, les établissements scolaires, les logements d'habitation et les transports. L'hôpital est un établissement recevant du public qui pourra être sensibilisé par rapport à la thématique de la qualité de l'air intérieur.

En milieu hospitalier, la contamination microbiologique est étudiée en raison des infections nosocomiales aéroportées. Deux mémoires IGS, notamment, se sont intéressés à ce sujet. La qualité physico-chimique de l'air, quant à elle, a été peu investiguée. Pourtant, l'hôpital est un environnement clos aux caractéristiques spécifiques où l'on trouve une diversité de procédés (hygiène, assainissement d'air...) pouvant dégager des contaminants physico-chimiques. Lorsqu'il est implanté en zone urbaine, la qualité de l'air extérieur est une source de pollution supplémentaire.

Des exemples d'incidents ayant eu lieu ces dernières années en région Provence-Alpes-Côte-D'azur illustrent l'importance de ce type de pollution. L'hôpital de l'Archet à Nice et l'hôpital Nord de Marseille ont connu des intoxications sévères du personnel. De multiples hypothèses ont été formulées dont l'utilisation de certains produits associée à une mauvaise ventilation. L'hôpital Lenval a aussi été confronté à ce problème lors d'un raccordement de systèmes de traitement d'air. Les conclusions de l'enquête ont mis en cause l'infiltration d'un produit utilisé en imagerie et un défaut de renouvellement d'air dans les locaux pollués.

Ces phénomènes accidentels aux effets aigus ne sont qu'une partie du problème. Une bonne qualité de l'air intérieur est définie comme celle qui n'occasionne pas d'effets à court et long terme. Or comme dans tout environnement intérieur, certains matériaux de construction et produits employés en milieu hospitalier peuvent émettre des polluants divers. De plus, les personnes qui séjournent dans un établissement de santé - le personnel et les visiteurs en bonne santé, les patients traités pour différentes pathologies - peuvent réagir différemment à une pollution de l'air intérieur ce qui rend cette problématique d'autant plus complexe.

Dans le contexte de l'hôpital LENVAL, ce mémoire va décrire la spécificité de la qualité de l'air intérieur en milieu hospitalier. La description de la structure du bâtiment, des activités internes et de l'environnement urbain de cet établissement permettra d'élaborer une liste de polluants potentiellement présents dans l'air. Il s'agira ensuite de faire l'état des lieux des connaissances sur le risque physico-chimique lié à la présence de ces polluants pour les occupants à l'aide de la démarche d'évaluation des risques sanitaires.

# 1 L'hôpital LENVAL

Suite à la mort de son fils unique en 1883 lors d'un séjour sur Nice, le Baron de LENVAL prend en avril 1884 l'initiative de créer à Nice un hôpital destiné à recevoir et soigner les enfants malades les plus démunis. En 1887, l'acte de donation et les statuts de l'hospice pour enfants sont rédigés. L'hôpital LENVAL est né et ouvre ses portes en 1888. Il sera reconnu comme établissement d'utilité publique en 1893. Ce nouveau statut lui permettra de recevoir dons et legs. Ainsi l'hôpital se développa et compléta ses compétences dans plusieurs spécialités pédiatriques : médecine, chirurgie et psychiatrie. L'hôpital est reconstruit à partir de 1990 sur le site de la Promenade des Anglais et est achevé en 1999.

## 1.1 La description de la structure hospitalière LENVAL

### 1.1.1 L'architecture

Aujourd'hui, l'hôpital LENVAL est donc une structure hospitalière récente et moderne, implanté en centre ville (Figure 1). Il est situé dans une zone très urbanisée sur l'avenue de la Californie N7 et à proximité d'axes routiers tels que les voies rapides Mathis (environ 100m), la promenade des anglais N 98 (100m) et le carrefour Magnan (D714) (400m). Le plan de la ville centré sur la zone d'implantation de l'établissement de santé est présenté dans l'Annexe 1. Etant à proximité du trafic automobile urbain, l'établissement a été conçu en prenant compte des différentes nuisances engendrées. Ainsi le choix d'une isolation acoustique performante et d'un système de traitement d'air pour l'intégralité de l'établissement ont été fait.

Le bâtiment principal est construit sur huit étages avec trois niveaux de sous sol en deux parties Est et Ouest. La première phase de construction (Ouest) date de 1992 et la seconde phase (Est) de 1999.

Figure 1 : Photographie de l'hôpital LENVAL



### 1.1.2 L'organisation de l'espace

Un établissement de santé est un lieu complexe où la gestion de l'espace est très importante. L'espace hospitalier est défini selon la population microbienne qu'il est susceptible d'héberger. Cela va des lieux à population microbienne nulle appelés zones stériles jusqu'aux lieux à population microbienne abondante et dangereuse appelés zones sales [1].

Quatre zones sont alors distinguées :

- zone stérile où l'entrée est interdite (stérilisation, bloc opératoire...)
- zone propre, décomposée en 3 sous groupes ultra-propre (salle d'isolement), très propre (salle de soins et de réveil), propre (services)
- zone sale, décomposée en 2 sous groupes sale (chambre d'isolement curatif, local ménage) et très sale (stockage déchets et salles d'isolement absolu)
- zone sociale correspond aux espaces communs, bureaux, salles d'attente, couloirs... Cette zone est inclassable car elle reçoit des populations variées et difficilement contrôlables.

Les communications entre ces zones doivent être réglementées et contrôlées avec l'existence de zones à accès libre et d'autres à accès réglementé. Des séparations sont nécessaires pour protéger la « zone propre » de la « zone sale » tels que des sas (stockage, vestiaire...) ou des cloisonnements.

L'hôpital LENVAL a organisé l'occupation des étages en ce sens, en privilégiant lorsqu'il est nécessaire une activité par étage (Tableau 1).

**Tableau 1 : Répartition des services de l'hôpital LENVAL sur les étages du bâtiment**

	Partie Ouest	Partie Est
<b>8<sup>ème</sup> Etage</b>	Service administratif et logistique	Service administratif et logistique
<b>7<sup>ème</sup> Etage</b>	Service de restauration Salle de réunion Internat Locaux de stockage (ménage et déchets)	Service administratif et logistique Kinésithérapie Vestiaire
<b>6<sup>ème</sup> Etage</b>	Santa Maria	Hospitalisation chirurgie
<b>5<sup>ème</sup> Etage</b>	Santa Maria	Médecine HJ Psychiatrie HJ
<b>4<sup>ème</sup> Etage</b>	Santa Maria	Médecine Infantile HTP
<b>3<sup>ème</sup> Etage</b>	Santa Maria	Psychiatrie HTP
<b>2<sup>ème</sup> Etage</b>	locaux technique	Accueil enfants à opérer Scanner et IRM Local technique
<b>1<sup>er</sup> Etage</b>	Santa Maria	CAMPS EEG-EMG Bloc opératoire Réanimation Soins intensifs Néonatalogie
<b>Rez-de-chaussée</b>	Service de consultation de médecine Accueil laboratoire	Bureau des entrées Service de consultation de chirurgie et de psychiatrie
<b>entresol</b>	laboratoire biomédical	Urgence pédiatrique Hospitalisation UHCD Radiologie
<b>sous sol (sur 3 étages)</b>	locaux techniques, parkings, archives	

Le plateau de consultation est centralisé au rez-de-chaussée ; les services d'urgences, UHCD et radiologie sont côte à côte à l'entresol de même que les services de réanimation et le bloc opératoire au 1<sup>er</sup> étage.

L'accès à chaque étage est possible par ascenseur ou escalier. Seules les zones sociales sont à accès libre, les autres sont équipés de code d'entrée et d'interphone. La communication entre certains services comme par exemple le service d'hospitalisation et le bloc opératoire est effectué par un ascenseur de service prévu à cet effet.

Depuis 1999, la clinique Santa Maria, établissement partenaire de l'hôpital Lenal a regroupé ses lits sur le site de l'hôpital Lenal occupant une partie de l'aile Ouest.

### 1.1.3 Les constituants architecturaux

Les procès verbaux de classement de réaction au feu des matériaux de construction présents dans l'établissement effectués par l'APAVE CETE Sud-Europe

fournissent les comptes rendu du CSTB pour certains constituants architecturaux. On remarque que le choix des matériaux a évolué avec les différentes phases de construction des années 90 puis 2000 mais le composant majoritairement retrouvé reste le polychlorure de vinyle (PVC) pour les revêtements intérieurs.

#### **A) Les matériaux du bâtiment**

Les cloisons intérieures de l'hôpital sont en placoplâtres de la société Placoplâtre. Elles sont composées d'une ossature en acier galvanisé supportant deux couches de plaques en plâtre cartonné. Les joints de dilatation coupe feu sont fournis par la Société SIKA de composition mastic (élastomère 1<sup>ère</sup> catégorie) et d'un bourrelet de laine de verre.

Plusieurs types de portes sont installés dans l'hôpital. Tout d'abord les portes coupe feu à vantaux (va et vient) présent dans les couloirs, puis les portes simples d'entrée dans les différents locaux (bureaux, salles de soins et chambres). Le fournisseur principal est l'entreprise MAGRI.

Les blocs portes ont une huisserie en tôle d'acier et chaque vantail est composé d'une âme en panneau d'anas de lin et d'un encadrement en bois niangon, les deux revêtus par un stratifié\*. Les colles utilisés sont, pour le cadre de la porte l'urée formol à 200g/m<sup>2</sup> (prodimo) et pour le stratifié une colle vinylique à 120 g/m<sup>2</sup> (microbond). La jonction centrale entre les vantaux est assurée par un joint en PVC.

Pour les bureaux et les chambres, les blocs portes peuvent être à un vantail ou double selon les services. La seule différence avec les blocs portes est l'encadrement en bois exotique « Lauan » et dans certains cas l'huisserie peut être dans ce même bois.

#### **B) Les matériaux de revêtement**

Les recommandations en milieu hospitalier sur le choix des revêtements intérieurs reposent principalement sur des précautions d'hygiène et de sécurité au vu des activités qui vont être exercées dans les locaux et des modes d'entretien. On trouve en général les caractéristiques suivantes : lisses, uniformes, lessivables, inertes, résistants aux agents chimiques et aux chocs [2].

Dans l'hôpital Lenval, les constituants de revêtement ont été choisis par le bureau d'étude chargé de la conception et de la construction des locaux. Ils répondent aux besoins spécifiques et aux conditions de sécurité des établissements de santé en général. Lors de rénovation, les choix initiaux sont conservés dans la mesure du possible.

##### **a) Les sols**

Un enduit de lissage à base de ciment UZIN a été utilisé pour la réalisation de surfaces lisses, fines et régulières prêtes à l'encollage du revêtement du sol.

Seuls les sols du hall d'entrée et des halls d'accès sont en carrelage, celui du huitième étage à fonction administrative en moquette en fibres de velours (100% polyamide, DESSO). Tout le reste des locaux ont des sols plastiques ayant une semelle en polychlorure de vinyle (PVC). L'utilisation de lès en PVC de la société Bonar et Flotex S.A. a été choisie pour la première phase de construction car ils permettent de limiter le nombre de joints et ainsi les zones d'accumulation de la saleté. En 2000, le choix s'est porté sur un revêtement à base de résines PVC chargées de matériaux plastiques renforcé par une double armature constitué d'une grille de verre et de complexes non tissé cellulosique intégrée dans le compact de surface de chez Taraflex S.A.. L'encollage a été réalisé avec une colle polychloroprène Plastiglue PVC (Bostik Findley).

Des remontées en plinthe complète sont réalisées en relevant le revêtement du sol sur les murs sur 10 cm dans tous les locaux.

##### **b) Les murs**

Les revêtements choisis pour l'hôpital sont le tissu de verre peint, la peinture ou encore des enductions\* à base de PVC sur dossier textile (polyester et coton).

Les peintures renseignées sont principalement des peintures vinyliques. Une protection des murs contre les chocs est systématiquement présente dans tous les services hospitaliers utilisant tout type de chariots et lits d'hospitalisation ce qui permet d'éviter toute dégradation des peintures et cloisons.

#### **c) Les plafonds**

L'usage de faux plafond doit être limité dans les zones accueillant les patients. Un revêtement plein avec des surfaces planes non poreuses est conseillé. Cependant, les panneaux amovibles sont nécessaires pour l'accès aux gaines électriques et sont donc placés dans les couloirs de circulation [2].

Dans la phase I (1990), les plaques démontables choisies sont, soit en tôles d'acier galvanisé recouvertes sur l'une des faces de peinture laquée de chez Plafométal, soit composées de laine de roche, de cellulose, de perlites et autres revêtus de peinture acrylique de chez Armstrong World Industries. En 2000, les dalles de faux plafonds sont en laine de verre revêtues d'un voile de verre peint sur les deux faces (peinture vinylique). Ce dernier matériau Hygiène Performance de la société St Gobain Ecophon AB est recommandé par l'Association Suédoise pour l'Asthme et les Allergies (Eco-Label Nordique).

### **1.1.4 L'aménagement de certains locaux de l'établissement**

L'aménagement des différents services de l'hôpital constitue un élément important de l'environnement hospitalier pouvant influencer la qualité de l'air intérieur au vu de leur mobilier et de la gestion de l'espace.

#### **A) Les services d'hospitalisation**

De par son architecture reposant sur le principe du carré, les services d'hospitalisation répondent au schéma suivant :

- chambres tout autour,
- offices de soins au centre,
- plus long chemin : la diagonale.

La désinfection du matériel médical (thermomètre...) est effectuée au sein même de chaque service dans une pièce spécifique disposant de bacs de trempage ou de lavabo.

#### **a) La salle de soins**

Au centre du service d'hospitalisation, la salle de soins regroupe le matériel nécessaire pour dispenser des soins aux différents patients. Elle comporte une table de soins, des armoires renfermant les produits usuels de soins, des chaises.

#### **b) La chambre du patient**

Les chambres de malade sont dans la majorité des chambres individuelles ou à deux lits. L'hôpital dispose de 70 % de chambres mère-enfant individuelles permettant à un accompagnant de rester auprès de son enfant le temps du séjour (jour et nuit). Ce mode de prise en charge est largement privilégié dans chaque nouveau service ouvert ou rénové.

Toutes ces chambres disposent d'une télévision gratuite, d'un coffre-fort, de la climatisation\*, d'une salle de bains avec toilette, de placards individuels, de lits électriques (sauf nourrissons) et de téléphones.

Le mobilier des chambres est le suivant :

Chambre mère enfant	Chambre à 2 lits
lit pour le malade à sommier métallique table de nuit lit pour l'accompagnant table adaptable pour les repas chaise porte perfusion	lit par malade à sommier métallique table de nuit table adaptable pour les repas chaise porte perfusion

Les lits d'hospitalisation ont un sommier métallique et la monture est composée des mêmes panneaux de particules stratifiés vus ci-dessus et d'acier. Les matelas et les traversins sont munis de housses imperméables et lavables.

## **B) Le bloc opératoire**

Le bloc opératoire a été mis en service en 1999. Il a été classé zone à très haut risque infectieux par le CLIN de Lenval, c'est pourquoi sa conception et son organisation sont spécifiques faisant de lui un secteur particulier dans le but de prévenir toute possibilité d'infections [3].

Ce service est réparti sur deux étages avec un sas de préparation du personnel et des visiteurs (changement de tenue) et une salle de repos au 2<sup>ème</sup> étage et l'unité opératoire (les cinq salles d'opération, la salle de réveil et de stérilisation) au 1<sup>er</sup> étage. Le second étage est en dépression par rapport au 1<sup>er</sup> étage.

Le bloc opératoire comporte un sas pour les patients permettant le passage d'un lit ainsi que le transfert du lit d'hospitalisation au lit du service bloc opératoire avec une barre de séparation au sol. Un sas spécifique pour la réception du matériel et des déchets est présent dans la zone de stockage du matériel médical.

Toutes les salles d'opération et le sas patient sont équipés de portes munies de dispositifs de commande à pied. Le maintien d'une surpression\* dans les salles d'opération les isole à leur tour de l'environnement extérieur et plus principalement du plateau d'accès. Une seule spécialité est pratiquée dans chacune des salles d'opération.

Tout le mobilier présent dans chaque salle d'opération est métallique : table d'opération, table de support du matériel chirurgical, poubelle mobile. Des équipements opératoires (moniteur, écran, appareil de radiologie...) spécifiques à la spécialité pratiquée sont disposés dans la salle correspondante sur des pieds mobiles.

Il est à noter que les équipements opératoires sont de plus en plus nombreux suite au développement de la chirurgie mini invasive, encore appelée coeliochirurgie.

La salle de réveil est une pièce de transition où le patient opéré va se réveiller puis être transféré dans le service d'hospitalisation. Seuls les lits occupés par des patients sont présents dans la pièce, ils sont aussi métalliques mobiles.

Le service de stérilisation et de stockage du matériel chirurgical est divisé en deux parties, une zone sale où le lavage est effectué et une zone propre de conditionnement et de stockage.

## **C) Le service de réanimation**

Le nouveau service de réanimation pédiatrique de l'hôpital a été ouvert en août 2004. Il exerce des activités de soins intensifs, de néonatalogie et de réanimation pédiatrique. Une sectorisation des activités est effectuée au niveau des chambres. La structure est proche de celle des services d'hospitalisation reposant sur une structure rectangulaire avec les 11 chambres (10 box et 1 chambre mère enfant) tout autour. Au centre, on retrouve le bureau de la surveillante, celui des médecins et la « banque » où se situe les PC de contrôle des alarmes des chambres et l'équipe de soins. La logistique est en charge des circuits sale et propre avec la gestion du linge, des déchets et des instruments médicaux qui sont distingués avec des entrées et sorties spécifiques. Une

zone de stérilisation et de stockage est présente dans le service même pour les instruments médicaux.

L'entrée dans le service s'effectue par un sas spécifique au personnel, un pour les pompiers et un autre pour les parents. Le changement de tenue et de surchaussures sont obligatoires pour les visiteurs ; le personnel dispose de tenue propre chaque jour.

Un système Draëger de bras rotatif à 360° accroché au plafond portant tous les appareils médicaux indispensables au suivi des malades (moniteur, pompes...) est présent dans chaque chambre ce qui permet de limiter l'occupation du sol et de faciliter l'entretien. Les faux plafonds sont disposés dans le couloir de circulation pour permettre des interventions techniques, par contre les chambres ont des plafonds lisses. Le mobilier au sol correspond à une armoire amovible, une chaise, un lit adapté à l'âge du patient. Pour la néonatalogie et les soins intensifs, les nourrissons sont dans des incubateurs fermés.

La stérilisation du petit matériel est effectuée dans un bac de trempage disposé dans une pièce à part.

#### **D) Les services administratifs et logistiques**

Les services administratifs et logistiques de l'établissement sont situés principalement sur deux étages (7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup>) et disposent d'un mobilier bureautique classique, à savoir des tables de bureau, des chaises, des armoires et des étagères.

Tous ces meubles sont en grande majorité fabriqués à partir de panneaux de particules de bois ou de fibres sur lesquels sont appliqués une couche de résines ou un stratifié\*. Ces revêtements de meubles sont en matières plastiques thermodurcissables telles que les mélamines qui font partie des résines aminées aussi appelé formaldéhyde de mélamine. Ils sont choisis pour leur caractéristique, entre autres leur résistance aux chocs, à la rayure et aux produits chimiques. Des chants en matière synthétique (PVC) protègent les bordures des meubles. Les montures des tables de bureau sont principalement des tubes d'acier pouvant être revêtus de poudre époxy cuite ou des caissons.

Les chaises ont des piétements en PVC ou en acier, le dossier et l'assise sont soit en panneau de particules stratifié soit en cuir soit en tissu rembourré.

## **1.2 Les activités hospitalières**

L'hôpital LENVAL est un établissement privé à but non lucratif, bénéficiant de la reconnaissance d'utilité publique de l'Etat. Il exerce l'essentiel de ses missions dans le cadre du service public. Depuis de nombreuses années, l'établissement s'est modernisé et adapté régulièrement à l'évolution de la pédiatrie. Aussi de nombreuses activités à côté de l'hôpital pédiatrique (IRM, scanner, laser dermatologique, CAMPS...) ont été développées.

### **1.2.1 Les différents services**

Les services présents dans l'hôpital peuvent être distingués au niveau des activités hospitalières et des services administratifs et logistiques.

#### **A) Les services administratifs et logistiques**

La Direction générale assure le fonctionnement quotidien de l'établissement, engage les dépenses, reçoit les recettes. A ses côtés, la Direction des soins infirmiers assure l'organisation générale des soins infirmiers et l'accompagnement des malades. Elle travaille avec le service du personnel pour la gestion et le recrutement de personnel de soins.

Le service d'Hygiène met en œuvre la politique de prévention du risque infectieux, les techniques d'isolement, les contrôles d'environnement et l'hygiène générale de

l'établissement. Le service Qualité et Gestion des risques assure la mise en œuvre du programme de gestion de la qualité et de prévention des risques au sein de l'établissement. Les objectifs de la qualité sont la prévention des risques et la satisfaction des patients. La Direction de l'Information Médicalisée (DIM) réalise la quantification et la valorisation des actes médicaux (payement à l'acte) de l'établissement dans le cadre du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI).

Le service Informatique gère tout le portail informatique de l'établissement (matériels, réseau, accès...) en veillant au bon fonctionnement du système d'information, à sa protection et à sa maintenance.

Au niveau logistique, le service Biomédical effectue la maintenance préventive et corrective de tous les dispositifs médicaux inventoriés après achat dans le logiciel de Gestion de la Maintenance assistée par ordinateur (GMAO). Le service Economique est en charge de la gestion de l'achat (consommables, équipements et matériels médicales...). Le service Sécurité surveille les systèmes de sécurité tels que le matériel incendie (détecteurs, extincteurs...), les caméras etc. pour la sécurité des biens et des personnes dans l'établissement. Le service Technique est en étroite collaboration avec le service sécurité. Il assure la sécurité et la maintenance des bâtiments, des équipements et des installations de l'établissement (électrique, hydraulique, médicaux...).

## **B) Les services sanitaires**

L'hôpital pédiatrique Lenal comporte 113 lits d'hospitalisation Temps Plein, un hôpital de jour de chirurgie (6 places), deux hôpitaux de jour de médecine (10 places), deux hôpitaux de jour de psychiatrie (18 places) et une unité de surveillance de courte durée (UHCD) de 6 places aux urgences.

Trois branches pédiatriques sont exercées dans l'établissement :

- la médecine infantile avec les spécialités d'allergologie, d'algologie, de cardiologie, de dermatologie, d'endocrino-diabétologie, de diététique, de gastro-entérologie, de pneumologie, de psychologie, de néphrologie et de neuropédiatrie et la néonatalogie\*
- la pédopsychiatrie avec une équipe multidisciplinaire qui comprend des pédopsychiatres, des psychologues, des psychothérapeutes, des orthophonistes, des psychomotriciens, des éducateurs spécialisés, et des assistants sociaux.
- la chirurgie\* prenant en charge des pathologies spécifiques : viscérale, orthopédie-traumatologie-scolioses, ORL (oto-rhino-laryngologiste) et ophtalmologie accompagnée par une équipe d'anesthésistes.

Des services de consultations dans ces trois disciplines sont assurés du lundi au vendredi par les médecins de l'hôpital. A l'issue des consultations et des bilans éventuels, des interventions ou des prises en charge sont possibles dans les unités d'hospitalisations.

L'enceinte de l'établissement a la particularité de regrouper des activités complémentaires telles que l'imagerie médicale (échographie, radiologie, scanner et IRM), un laboratoire biologie médicale (biochimie, Hormonologie, Allergologie, Immunologie, Hématologie Coagulation, Immuno-Hématologie, Bactériologie-Parasitologie-Mycologie) et un Laboratoire d'Explorations Fonctionnelles du Système Nerveux (électroencéphalographie (EEG) et électromyographie (EMG)).

La Pharmacie achète et met à disposition des prescripteurs les antibiotiques admis par le comité du médicament. Elle effectue un suivi et l'analyse des consommations d'antibiotiques par service de façon mensuelle et annuelle.

Le CAMSP (Centre d'Action Médico-sociale Précoce) est un lieu de prévention, de dépistage et de prise en charge d'enfants prématurés ou ayant des inquiétudes neurologiques ainsi que la rééducation d'enfants présentant des handicaps moteurs,

sensoriels, mentaux, psychique de la naissance à 6 ans. Le suivi au CAMSP pour l'enfant et sa famille est gratuit. Il existe aussi un centre de ressources autisme.

## 1.2.2 Les occupants : personnels et patients

### A) Le personnel hospitalier

Le personnel médical de l'hôpital Lenval est constitué de pédiatres, de chirurgiens, de psychiatres, de radiologues, de biologistes et de pharmaciens présents dans les différents services. Ils sont assistés par du personnel soignant composé d'Infirmiers et Puériculteurs Diplômés d'Etat (IDE et PDE) et d'Auxiliaire de Puériculture (AP). Ils travaillent pour certaines pathologies avec des psychologues, psychomotriciens et diététiciens. Le secrétariat médical (administratif) est en charge de prendre les entrées et les encaissements dans les différents services de consultations et d'hospitalisations.

En psychiatrie, l'équipe pluridisciplinaire comprend en plus des psychologues, psychomotriciens, orthophonistes, assistants sociaux, éducateurs spécialisés et moniteurs éducateurs.

Le nettoyage des locaux et les repas sont assurés par les Agents de Services Hospitaliers (ASH). Le Tableau 2 présente les effectifs à temps pleins au niveau du personnel médical et paramédical des services hospitaliers. Dans le secteur soignant, de nombreux employés travaillent à temps partiel.

**Tableau 2 : Effectifs à temps plein du personnel médical, para médical et d'entretien pour différents services hospitaliers de LENVAL**

	personnel de jour				personnel de nuit
	médical	paramédical	entretien	administratif	paramédical
<b>Bloc opératoire</b>	6	15.10	5.5	0	/
<b>Néonatalogie</b>	0.90	7.55	0.5	0.40	2.5
<b>Soins intensifs</b>	2	4.3	2	0.30	4.25
<b>Réanimation</b>	1.80	9.18	2	0.30	4.25
<b>Consultation médecine</b>	4.24	2.79	/	5	/
<b>Hospitalisation Médecine</b>	5.5	27.05	9.44	2.02	9.25
<b>Consultations chirurgie</b>	6.63	5.47	/	8	/
<b>Hospitalisation chirurgie</b>	4.80	22.04	6.84	1.5	5.50
<b>Consultation Psychiatrie</b>	0.84	1.64	/	0.56	/
<b>Hospitalisation Psychiatrie</b>	5.81	40.29	7.44	2.74	1
<b>Urgence</b>	8	20.51	/	1	5.5

Les activités médico-techniques de l'établissement font appel à de nombreux métiers tels que : kinésithérapeute, manipulateur radio, technicien de laboratoire, préparateur en pharmacie. L'entretien et la maintenance des locaux, installations et équipements sont assurés par le personnel technique (responsable et ouvrier). Les effectifs de l'établissement sont présentés dans le Tableau 3.

L'effectif total temps plein comprenant le personnel médical et non médical est au nombre de 495,11. Le personnel médical représente, à lui seul, environ 70% de l'effectif total.

**Tableau 3 : Effectifs à temps plein du personnel médical et non médical des services administratifs, logistiques et médico-technique de LENVAL**

	Effectifs à temps plein
Administration et logistique	45.43
Radiologie	15.3
Laboratoire biomédical	19.79
EEG	3.16
Kinésithérapie	2.46
Pharmacie	5.21
Service Technique	10
Médecine du travail	0.46

## B) Les patients

Les services de consultations reçoivent les enfants et adolescents de la naissance à 18 ans. Les rendez-vous sont à prendre auprès des secrétaires médicales, du lundi au vendredi de 9h à 17h. Les urgences pédiatriques fonctionnent 24h/24.

Dans un établissement de pédiatrie, les services d'hospitalisation sont séparés en fonction de l'âge des patients. Le service de néonatalogie accueille les nouveaux nés à risque, le service nourrissons reçoit les enfants âgés de 28 jours à 3 ans et le service des grands enfants ceux de la tranche d'âge 3 -18 ans. Le Tableau 4 indique l'activité externe au niveau des consultations et l'activité interne d'hospitalisation en 2005. L'hôpital a donc accueilli dans ses différents services un flux de 169 544 patients l'année passée.

**Tableau 4 : Activité de l'établissement Lenval en 2005 : actes ou admission, taux d'occupation et durée moyenne de séjour dans les services d'hospitalisation**

	Acte en 2005	taux occupation (%)	durée moyenne séjour (jour)
Consultation pédiatrie et médecine spécialisée	10657		
Consultation chirurgie	27130		
Consultation psychiatrique	35156		
Urgences jour	30194		
Urgences nuit	7460		
UHCD	1999		
Hospitalisation après UHCD	471		
Imagerie médicale	39846		
Kinésithérapie	2609		
HTP médecine	2160	70,19	4,15
HJ médecine	2221	60,68	
réanimation	215	41,78	4,26
soins intensifs	155	65,39	9,24
néonatalogie	251	78,95	6,89
HJ chirurgie	1449	72,31	
Bloc opératoire	3286		
HTP Chirurgie viscérale	778	50,86	2,62
HTP Chirurgie ORL	402	69,79	2,53
HTP Chirurgie OPH	127	22,37	1,93
HTP Chirurgie ORT	554	51,61	3,74
HTP psychiatrie 03	102	50,08	26,88
HTP psychiatrie 04	154	59,05	20,99
HJ psychiatrie 03	2681	127,85	
HJ psychiatrie 04	1957	93,32	
<b>total</b>	<b>169544</b>		

### 1.2.3 L'hospitalisation

Les hospitalisations de médecine de jour sont la plupart du temps programmées. Selon les pathologies, les hospitalisations de jour sont prévues soit au 5ème étage, à l'hôpital de jour conventionnel de médecine, soit au 4ème étage en médecine pédiatrique.

L'hospitalisation à temps plein fait suite soit à une consultation de médecine au sein de l'hôpital, soit auprès d'un médecin libéral. Un enfant venant d'un autre service peut aussi être admis.

Le service de néonatalogie-soins intensifs-réanimation accueille les nouveau-nés « pathologiques » de la maternité privée de Santa Maria installée dans le même bâtiment et assure la prise en charge en salle de naissance des nouveau-nés à risque dans les maternités privées des Alpes Maritimes et des départements limitrophes grâce à un système de transport médicalisé autonome.

En chirurgie, après la consultation, une intervention peut être programmée en hôpital de jour ou en hospitalisation traditionnelle.

En fonction du type d'intervention, l'admission se fera dans le service d'hospitalisation soit la veille de l'intervention, avant 17 heures soit le matin de l'intervention, à 7 heures.

Au niveau de l'hospitalisation de psychiatrie à temps plein, les patients sont adressés soit par les pompiers, SAMU, juge pour enfants (OPP), Foyer, IME, IMpro, les services pédiatriques des hôpitaux périphériques (CHG d'Antibes – Cannes – Grasse...), pédiatres ou médecins généralistes de ville, pédopsychiatres et psychiatres libéraux ou encore à la demande des familles. Une consultation avec un des médecins de l'hôpital a alors lieu et l'hospitalisation est décidée en fonction de l'état de l'enfant. Concernant l'hospitalisation de jour, il ne s'agit pas d'une procédure d'urgence, elle est programmée au vu des différentes consultations.

Le Tableau 5 renseigne les places disponibles dans l'établissement au niveau des différents services d'hospitalisation rendant compte de l'occupation maximale de l'établissement sur une journée.

**Tableau 5 : Le nombre de places en hospitalisation temps plein (HTP) et hospitalisation de jour (HJ) pour les services de médecine, de chirurgie et de psychiatrie de l'hôpital Lenval**

médecine	places HTP					places HJ		
	<i>néonatalogie</i>	<i>réanimation</i>	<i>soins intensifs</i>	<i>infantile</i>	<i>grands enfants</i>			
	6	6	6	19	15	10		
chirurgie	viscérale		ORL	OPH	ORT			
	11		4	3	11	6		
psychiatrie	secteur 03			secteur 04			03	04
	15			15			9	9

### 1.2.4 L'hygiène hospitalière

Les jeunes enfants dépendent des adultes pour tous les soins médicaux et pour toutes les tâches de la vie (toilette, repas). La présence des parents est une règle dans les services de pédiatrie. Le respect des conditions d'hygiène pour limiter ou empêcher tout risque infectieux est primordial mais est plus difficile que dans les services d'adultes en raison du plus grand nombre d'intervenants et de la méconnaissance des règles d'hygiène [4].

Une première barrière à la transmission de contamination est l'hygiène de base qui s'impose dans toutes les circonstances. Elle est appliquée vis-à-vis de l'ensemble des patients non seulement par les professionnels mais aussi par les parents des enfants.

Ces précautions concernent entre autre l'hygiène des mains et le port de vêtements de protection.

Une seconde barrière est constituée de précautions standards pour la gestion du matériel souillé, l'entretien des surfaces souillées, le transport de prélèvements biologiques, linges et matériels souillés... Elles sont établies dans tous les établissements de santé à l'aide de l'annexe II de la circulaire DGS/DH n° 98-249 du 20 avril 98 et figurent dans le programme de lutte contre les infections nosocomiales.

#### A) Le programme de lutte contre les infections nosocomiales (PLIN)

La prévention des infections contractées à l'hôpital (« nosocomiales ») constitue l'un des objectifs majeurs de tous les établissements de santé [5, 6]. Dans ce cadre, un programme de lutte contre le risque infectieux est établi annuellement par le Comité de Lutte contre les Infections Nosocomiales (CLIN) (Annexe 2). Le personnel du service d'hygiène de l'hôpital LENVAL est chargé de sa mise en œuvre et de la surveillance de l'environnement hospitalier composé de l'air, des sols et des surfaces, des eaux, du matériel médical, des aliments, du linge, des déchets...

Au niveau de la qualité de l'air intérieur, la connaissance des protocoles d'entretien quotidien des locaux et du matériel médical est importante pour caractériser les polluants chimiques pouvant être présents dans l'environnement hospitalier.

#### B) Le nettoyage et la désinfection des locaux

Le terme couramment utilisé dans le milieu hospitalier est le « bionettoyage » et désigne l'entretien des locaux Il est défini comme un procédé destiné à réduire la contamination biologique des surfaces d'après la norme NF X 50-790 (Activités de service de nettoyage industriel - lexique de la propreté). Il est obtenu par la combinaison d'un nettoyage\*, d'une évacuation de la salissure et des produits utilisés et de l'application d'un désinfectant.

A l'hôpital Lenval, le service d'hygiène a mis en place et surveille les protocoles d'hygiène établis pour les différents services hospitaliers. Comme la diversité des locaux, les activités pratiquées, le type de patient et le type d'acte médical effectué influencent les exigences du bionettoyage, une classification en zones à risque des locaux de l'établissement a été établie par le CLIN et est présenté dans le Tableau 6. Celle-ci permet d'adapter le choix du matériel et des produits et de construire un calendrier d'entretien et de surveillance [7].

**Tableau 6 : Classification de l'établissement en zones à risques définie par le CLIN**

<b>Zone 1 à risque faible</b>	Hall, ascenseur, salle de réunion, zone de circulation
<b>Zone 2 à risque modéré</b>	<b>Chirurgie</b> (hospitalisation) : chambres et couloir <b>Médecine pédiatrique</b> (consultation et HJ) : chambres et couloir <b>Psychiatrie</b> : chambres et salle de repas <b>Radiologie, échographie, IRM, Kinésithérapie</b> <b>Urgences</b> : chambres et salles d'attente Local propre de tous les services
<b>Zone 3 à haut risque</b>	<b>Chirurgie</b> : office, salles de soins, biberonnerie <b>Lits porte</b> : salles de soins et office <b>Laboratoire</b> : secrétariat, paillasse, salle de prélèvements <b>Médecine pédiatrique</b> : biberonnerie, office, salles de soins <b>Psychiatrie</b> : office, salle de soins <b>Réanimation et néonatalogie</b> : biberonnerie, chambres, office, salles de soins <b>Urgence</b> : salles de soins
<b>Zone 4 à très haut risque</b>	<b>Bloc opératoire</b> : salle d'opération et stérilisation <b>Laboratoire</b> : flux laminaire

La majorité des locaux sont entretenus quotidiennement avec des techniques de dépoussiérage, de lavage et de traitement du sol. La fréquence du bionettoyage et les produits de référence sont mentionnés dans le Tableau 7.

**Tableau 7 : Fréquence et produit de référence utilisé pour les différentes zones à risque**

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
<b>fréquence du bionettoyage</b>	deux fois par semaine	au moins deux fois par jour	après chaque patient ou chaque utilisation	à l'ouverture et la fermeture du service après chaque soin
<b>produit de référence</b>	détergent	détergent désinfectant	détergent désinfectant	détergent désinfectant

Les techniques usuelles appliquées dans l'hôpital Lenval pour les différentes surfaces et mobiliers sont présentées dans l'Annexe 3. Elles sont valables dans toutes les zones. Différents protocoles ont été établis et sont réactualisés régulièrement et permettent d'exposer les procédures à suivre notamment en matière d'entretien et de désinfection\* des locaux. Des procédures spécifiques existent pour les chambres d'hospitalisation, le bloc opératoire et les salles de stérilisation.

Le choix des produits de nettoyage et de désinfection dépend des besoins de l'hôpital qui doivent intégrer des exigences d'efficacité antimicrobienne suivant le niveau de risque. Les produits utilisés dans les services sont vendus par le laboratoire ANIOS depuis de nombreuses années et sont présentés dans le Tableau 8. Il est à noter que les produits mis sur le marché pour les établissements de santé sont de plus en plus prêts à l'emploi en raison des problèmes de surdosages rencontrés (chez le personnel d'entretien). Les produits pour le sol sont encore vendus concentrés car des quantités plus importantes sont nécessaires. Des sachets doses sont favorisés dans l'établissement pour éviter les erreurs de préparation. Celle-ci doit être faite préalablement par du personnel formé et ne peut être utilisé au-delà de 48h.

**Tableau 8 : Produits d'entretien utilisés dans l'hôpital Lenval : les principes actifs de base, la concentration d'utilisation et les spécificités.**

	services	Produits	principes actifs	concentration d'utilisation	spécificité
<b>Sols et Surfaces</b>	tous les services	<b>Déterg'anios</b> détergent	cocamidopropylbétaine, alcool gras éthoxylé alkylpolyglucoside agent chélatant alcool éthylique	0.25% doses de 20 mL pour 8L d'eau	bactériostatique fongistatique (Pharmacopée Européenne IVème édition)
	tous les services	<b>Surfanios</b> DD	chlorhydrate d'acides aminés, chlorure de didécylidiméthylammonium chélateurs des ions Ca <sup>2+</sup> et Mg <sup>2+</sup> , détergent non ionique biodégradable	0.25% doses de 20 mL pour 8L d'eau	Marquage CE bactéricide fongicide virucide
<b>DM et surfaces</b>	consultations bloc opératoire urgence	<b>Anios</b> <b>Surface</b> <b>Haute</b> DD	propionate didécylméthylammonium acétate de guanidinium n propanol	Prêt à l'emploi flacons 750 mL	Marquage CE bactéricide fongicide virucide
<b>matériel, DM, surfaces</b>	tous les services	<b>Aniospray</b> <b>29</b> désinfectant	éthanol (29%) chlorure didécylidiméthylammonium polyhexanide acide glycolique	Prêt à l'emploi pour appareil pulvérisateur	Marquage CE bactéricide fongicide actif sur virus (HIV-1, HB, rotavirus) <i>aspergillus niger</i> 15 min à 80%

	services	Produits	principes actifs	concentration d'utilisation	spécificité
Désinfection terminal pièce	sur avis du CLIN ou médical	<b>Aseptanios</b> désinfectant	Formaldéhyde éthanol alkylaminoalkylglycine	Prêt à l'emploi pour appareil agréé Aérosept à utiliser hors présence humaine	bactéricide fongicide virucide
office alimentaire	service hospitalisation	<b>Aniostéril DDN</b> détergent	Bis (aminopropyl) laurylamine	1% 10 mL /L d'eau bidon 5L	bactéricide et fongicide
	service hospitalisation	<b>Aniostéril D892</b> désinfectant	didécyl diméthylammonium chlorure 5 % Bis (aminopropyl) laurylamine 3 %	0.50% 5mL/ L d'eau bidon 5L	bactéricide

Les surfaces horizontales, le mobilier et les accessoires sont principalement nettoyées à l'aide de chiffonnettes imbibées d'un détergent-désinfectant de type Surfanios dans tous les services. Les équipements médicaux eux sont nettoyés avec le spray Anios Surface Haute. Le sol est entretenu par lavage avec un balai réservoir contenant du Déterg'anios ou du Surfanios selon le degré de risques. Une alternance entre l'application d'un détergent et d'un détergent-désinfectant est conseillée afin d'éliminer la couche de tensio actifs qui peut se former sur le sol suite à l'usage du détergent.

Au niveau du bloc en fin de programme opératoire, une désinfection complémentaire est pratiquée à l'aide de la solution Aniospray 29. La diffusion aérienne permet à cette substance d'être active sur des surfaces non accessibles par un nettoyage manuel, son temps de contact est de 30 min. Cette technique est occasionnellement utilisée dans les services de l'hôpital. L'hôpital doit disposer du matériel nécessaire à une désinfection terminal (Aseptanios+pulvérisateur agréé) dans le cas de maladies infectieuses particulières (Bacille de Koch, tuberculose..).

### C) La désinfection du matériel médical

Les dispositifs médicaux (DM) peuvent être réutilisés pour un même patient ou des patients différents mais uniquement après avoir été nettoyé, désinfecté ou stérilisé, selon des procédés appropriés [8]. Pour cela des procédures d'entretien ont aussi été rédigés par le service d'hygiène. Les produits utilisés pour les DM sont présentés dans le Tableau 9.

Trois catégories sont distinguées selon la destination du dispositif médical et le risque infectieux vis à vis des agents transmissibles conventionnels (ATC) [8]:

- ✓ non critique (NC) en contact avec une peau saine (risque infectieux bas),
- ✓ semi-critique (SC) en contact avec une muqueuse sans effraction de celle-ci ou une peau non intacte (risque infectieux médian),
- ✓ critique (C) pénétrant un tissu "stérile" ou le système vasculaire (haut risque infectieux).

Une catégorie particulière de dispositifs médicaux en contact avec un tissu à haut potentiel d'infectiosité par des agents transmissibles non conventionnels (ATNC) est individualisée : « Risque ATNC » et peuvent appartenir à la catégorie SC ou C.

**Tableau 9 : Produits désinfectants ou stérilisants utilisés pour le traitement des dispositifs médicaux à l'hôpital Lenal : les principes actifs de base, la concentration d'utilisation et les spécificités.**

	services	Produits	principes actifs	concentration d'utilisation	spécificités
<b>Instruments</b>	bloc opératoire réanimation	<b>Anioxyde 1000</b> désinfection totale	Acide peracétique 0,15 %	100 % (après addition de l'activateur)	bactéricide mycobactéricide fongicide sporicide (30 min à 60%)
	tous les services	<b>Hexanios</b> pré désinfection manuel	chlorure de didécylidiméthylammonium, détergents non ioniques polyhexanide	0.50% sachet de 25mL 1 pour 5L d'eau	bactéricide fongicide virucide
	bloc opératoire	<b>Poudre aniosyme DD1</b> pré désinfection	propionate d'ammonium quaternaire, polyhexanide complexe enzymatique	0.50% 1 dose pour 5 L <i>Nettoyage en bacs à ultrasons ou autoclave</i>	bactéricide fongicide virucide

**a) Traitement des dispositifs à ATC**

Le traitement du « petit matériel » médical tel que le thermomètre est effectué avec une solution d'Hexanios. Le matériel est immergé 15 minutes dans un bain renouvelé à chaque utilisation. Le traitement des DM utilisés lors de procédures invasives (catégorie semi-critique et critique) est la stérilisation par autoclavage par la vapeur d'eau saturée à 134°C pendant 18 minutes.

**b) Traitement des dispositifs à ATNC**

Au bloc opératoire, le ramassage des DM souillés se fait dans des bacs fermés sur un rack mobile qui est envoyé en zone de lavage. Chaque plateau opératoire est immergé dans un bac au moyen d'un panier grillagé pour une prédésinfection à l'aide de la solution Aniosyme DD1. Le lavage est ensuite effectué soit par thermo désinfecteur (autoclave) soit manuellement avec la solution DD1.

Le lavage des endoscopes\* est effectué par une machine laveur-désinfecteur car il ne supporte pas le lavage en autoclave. La solution Aniosyme 1000 est utilisée dans des cas rares pour le lavage manuel de ces instruments.

La Circulaire du 14 mars 2001 relative aux précautions à observer lors de soins en vue de réduire les risques de transmission d'ATNC mentionne des traitements spécifiques pour le matériel utilisé dans un acte à risque concernant le SNC et l'œil (Matériel thermo sensible lavé à l'hypochlorite de sodium 6° pendant 20 minutes) et concernant la maladie de Creutzfeldt Jacob (séquestration et destruction).

## 2 Le traitement de l'air

Le traitement d'air mis en place dans les établissements de santé a des objectifs de confort, de sécurité sanitaire en protégeant de l'aérobiocontamination\* dans les environnements maîtrisés et dans certain cas de sécurité en protégeant l'environnement hospitalier.

### 2.1 La réglementation française

Le système de traitement d'air d'un hôpital est soumis à différents textes réglementaires [9] : le Code du Travail, le Code de la Santé Publique (CSP), le Règlement Sanitaire Départemental (RSD), le Code de la Construction, le Code de Sécurité... Les principales dispositions réglementaires et normatives relatives à l'air du milieu hospitalier sont citées dans l'Annexe 4.

Dans la réglementation, le Code du Travail vise la protection du personnel dans les hôpitaux et le RSD concerne les personnes n'exerçant aucune activité salariée dans les locaux, c'est-à-dire les patients et les visiteurs [10]. Ces deux textes distinguent deux types de locaux :

- ✓ **Locaux à pollution non spécifique** définis comme « lieux où la pollution est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires»
- ✓ **Locaux à pollution spécifiques**, « lieux où des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, vapeurs, aérosols\* solides ou liquides autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine, locaux pouvant contenir des sources de micro-organismes potentiellement pathogènes et locaux sanitaires »

Ainsi, un local pouvant accueillir des malades infectés et le bloc opératoire où des gaz anesthésiants sont utilisés, sont considérés comme des locaux à pollution spécifique.

La réglementation mentionne en premier une obligation de ventilation, qui peut être naturelle ou mécanique pour les locaux à pollution non spécifique sauf pour les chambres des patients qui doivent comporter une ventilation mécanique. Un débit d'air neuf minimal par occupant est précisé dans le Tableau 10.

Pour les locaux à pollution spécifique, une obligation de moyens techniques de traitement d'air dont les exigences réglementaires portent sur [10, 11]:

- La prise d'air neuf\* qui doit être située à plus de huit mètres d'une source de pollution.
- Un débit minimal d'air neuf\* qui doit être déterminé en fonction de la nature et de la quantité des polluants à évacuer, sans que les valeurs minimales puissent être inférieures aux débits minimaux fixés pour les locaux à pollution non spécifique présenté dans le Tableau 10.
- Les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalées par une personne, sur une période de huit heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 milligrammes par mètre cube d'air. Ceci impose la mise en œuvre d'une filtration\* adéquate.
- La filtration : le RSD renseigne un rendement de filtration au test gravimétrique défini par la norme NFX 44012 d'au moins 90% pour l'air neuf\* et d'au moins 95% pour l'air recyclé\*.
- Les émissions sous forme de gaz, vapeurs, aérosols de particules solides ou liquides, de substances insalubres, gênantes ou dangereuses pour la santé des travailleurs doivent être supprimées ou captées par un dispositif d'extraction placé au plus près de la source d'émission.
- L'air ne peut être recyclé que s'il est efficacement épuré, il ne peut être envoyé après recyclage dans d'autres locaux que si la pollution de tous les locaux concernés est de

même nature. Donc l'air « pollué » d'un local à pollution spécifique ne doit pas être envoyé après recyclage dans un local à pollution non spécifique.

- L'air extrait des locaux doit être rejeté à au moins huit mètres de toute fenêtre ou de toute prise d'air neuf.

Le règlement de sécurité spécifique aux risques d'explosion dus à l'utilisation de gaz anesthésiques inflammables impose pour les salles d'opération et de soins intensifs, un taux de renouvellement en air neuf d'au moins 15 volumes par heure.

Au niveau de la maintenance, l'entretien et le contrôle des installations de traitement d'air, l'établissement de santé a une obligation de traçabilité à travers une documentation technique composée de la notice d'instruction et des consignes d'utilisation, toutes deux transmises par le maître d'ouvrage lors de la prise de possession des locaux et du dossier d'entretien mis à jour par les services techniques de l'hôpital.

Le chef d'établissement est tenu d'assurer régulièrement le contrôle périodique des installations.

**Tableau 10 : Débits d'air neuf minimum par occupant dans les locaux à pollution non spécifique**

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf par occupant (en m <sup>3</sup> /h)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

Les différents textes normatifs fournissent des recommandations basées pour la plupart sur l'expérience des professionnels. La norme NF S 90531 spécifique aux zones à environnement maîtrisé définit une propreté de l'air en termes de classes particulières et microbiologiques (Annexe 6). L'utilisation de ces normes nécessite une maîtrise de la contamination de l'air, c'est-à-dire des moyens techniques pour empêcher celle-ci et le contrôle de plusieurs paramètres pour contrôler cette propreté (surveillance de l'air).

## 2.2 Les objectifs du traitement d'air

Un environnement confortable peut être obtenu et contrôlé par des paramètres tels que l'humidité relative et la température. Il est recommandé une température entre 23-26°C pour la zone 2 et autour de 28°C pour les zones 3 et 4. Une limite inférieure de 30% d'humidité relative est conseillée [12].

Pour protéger un patient fragile de l'aérobiocontamination, il est possible d'agir soit en prévenant la contamination extérieure à l'aide d'une filtration efficace et d'une surpression\* protégeant le local de la contamination des autres locaux, soit en éliminant la contamination produite sur place à l'aide d'un renouvellement et la maîtrise des flux d'air ce qui « épure » l'air du local.

Lorsque le traitement de l'air a pour ambition de protéger l'environnement hospitalier de la contamination d'un local occupé par un patient infecté, une mise en dépression du local est nécessaire pour créer un isolement septique\*.

Pour répondre à ces différents objectifs, le système de traitement d'air doit être optimisé dès sa conception mais aussi dans la gestion des paramètres de fonctionnement (débit de soufflage, de reprise, température, hygrométrie...).

## 2.3 Les systèmes de traitement d'air de l'établissement

Situé en centre ville, l'établissement LENVAL a fait le choix d'être intégralement alimenté en air filtré et climatisé dans les différents locaux par plusieurs installations indépendantes. Aussi le local technique regroupant les installations de traitement d'air occupe la quasi-totalité du deuxième étage de l'hôpital. Les prises d'air neuf sont faites à cet étage à une hauteur d'environ 12 m du sol et donc du trafic automobile avoisinant. Le choix de cet emplacement au 2<sup>ème</sup> étage s'explique par la localisation des zones à très haut risque infectieux (bloc opératoire et réanimation) au 1<sup>er</sup> étage afin d'obtenir des conduits de distribution d'air les plus courts possible.

Les installations de traitement d'air présentes dans l'établissement peuvent être distinguées suivant deux schémas de conceptions :

- traitement d'air « hygiénique » fonctionnant avec ventilo convecteur dans les locaux
- traitement d'air pour les zones à environnement maîtrisé à plusieurs étages de filtration avec des efficacités croissantes, flux de diffusion et reprise d'air

Chacun de ces systèmes de traitement d'air comporte une unité centrale de traitement de l'air (CTA), qui fournit l'air neuf traité, renfermant les composantes majeures du traitement, un réseau de conduits apportant l'air vers les locaux et des équipements terminaux assurant un bon contrôle des conditions ambiantes dans chacun des locaux [13].

### 2.3.1 La centrale de traitement d'air

Une CTA traite l'air neuf et l'air recyclé mélangés dans le plénum. Après une première filtration située en amont des autres composants (afin des les protéger de l'empoussièrement), l'air est réchauffé ou refroidi selon la saison à l'aide de batteries chaude et froide (elles même alimentées par des conduits d'eau chaude et glacée) pour ensuite être amené aux valeurs souhaitées. Suit la ventilation qui permet de propulser l'air dans les conduits et peut être suivi d'une filtration additionnelle pour satisfaire les besoins de propreté de l'air de certains secteurs tels que le bloc opératoire et le service de néonatalogie.

L'hôpital dispose de quatre CTA double flux avec récupération par échangeur à plaques fournissant de l'air dit « hygiénique » pour l'ensemble des locaux de l'établissement sauf les zones à environnement maîtrisé. Leurs conceptions datent de 1992 et 1999, c'est-à-dire de la création des deux ailes du bâtiment principal.

Le bloc opératoire et le service de réanimation sont des zones à environnement contrôlé, c'est-à-dire disposant d'un système de traitement d'air propre dont la conception, la performance et l'entretien permettent d'obtenir et de maintenir une certaine classe particulière. L'Annexe 6 précise la classification particulière des zones à environnement maîtrisé issue de la norme ISO 14 644 reprise dans la norme NF S 90 351 [14]. Le bloc opératoire dispose de CTA spécifique de type mélange, possédant deux étages de filtration dont un à haute efficacité et un recyclage de l'air. Chaque salle d'opération a sa propre CTA ainsi que la salle de réveil. Elles ont été mises en service en 1999. Les autres espaces sont raccordés à une des CTA hygiénique. Le service de réanimation lui est récent, il date de 2005. Une CTA de type mélange à trois étages de filtration fournit l'air à l'ensemble du service à l'exception de trois box disposant de leur propre CTA à deux étages de filtration.

Les Figure 2 et Figure 3 représentent schématiquement deux CTA installées au sein de l'établissement Lenval, la première dit « Air hygiénique » et la seconde pour une zone à environnement maîtrisé avec trois étages de filtrations pour le soufflage et un étage de filtration « grossière » au niveau de la reprise d'air (spécifiquement mis en place dans le service de réanimation). Toutes les CTA de LENVAL ont des débits d'air soufflé modulables.

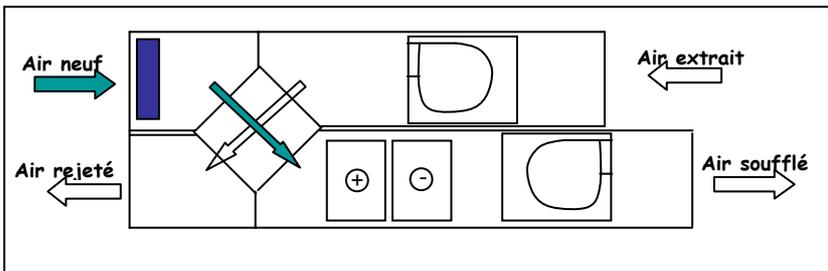


Figure 2 : Schéma d'une centrale de traitement d'air dit « Hygiénique »

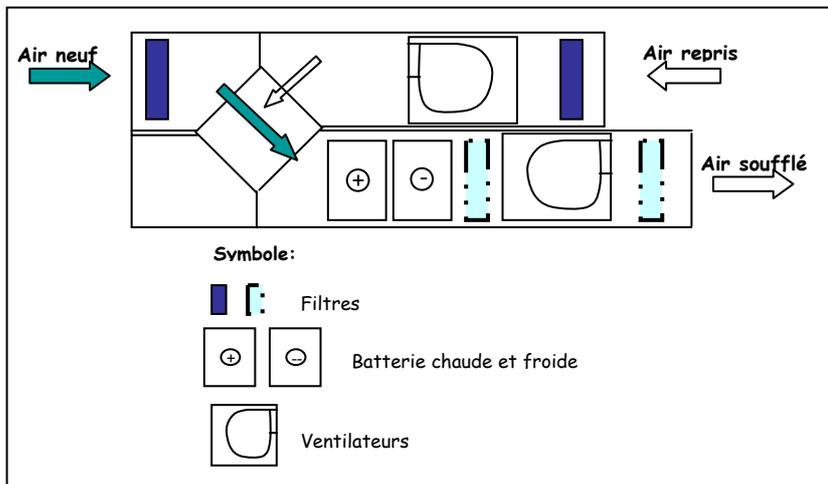


Figure 3 : Schéma d'une centrale de traitement d'air avec trois étages de filtration

Le débit d'air repris est d'environ 80% du débit soufflé dans tout l'établissement. L'extraction est effectuée par des conduits d'air et extracteurs indépendants.

Les filtres à air ont été choisis dès la conception (Tableau 11) et répondent à la classification qui est fonction de leur efficacité. Celle-ci peut être évaluée selon différentes méthodes d'essai qui sont distingué ci-dessous par ordre d'efficacité croissante [10]:

- gravimétrique, les filtres dits « grossiers » sont classés de G1 à G4 (NF EN 779)
- opacimétrique, les filtres dit « fins » sont classés de F5 à F9 (NF EN 779)
- MPPS (Most Penetrating Particle Size), les filtres à très haute efficacité sont classés HEPA : H10 à H14 et ULPA : U15 à U17 (NF EN 1822).

L'Annexe 5 présente les efficacités de chaque filtre suivant la méthode d'essai ainsi que le descriptif de ces méthodes afin d'apprécier les différences entre chacune d'elles.

### 2.3.2 La distribution et la reprise d'air

Le réseau de distribution doit comporter des surfaces intérieures lisses, non poreuses et exemptes d'obstructions pouvant ralentir l'écoulement de l'air. L'étanchéité est un point important pour éviter les fuites ou les infiltrations d'air. Des clapets d'air étanches situés dans les conduits permettent de séparer les zones de différentes classes et d'éviter tout transfert d'air pouvant être engendré par le vent extérieur ou lorsque les installations s'arrêtent.

Pour les zones non maîtrisées, la distribution de l'air est assurée par une unité terminale qui permet la gestion locale et indépendante de l'air (température, brassage).

Tous les locaux sont équipés de ventilo-convecteur à quatre tubes installés dans les faux plafonds. Cet équipement est composé à nouveau d'un filtre, de batteries chaude et froide et d'un ventilateur ce qui permet d'adapter le conditionnement d'air aux besoins de chaque pièce. Un recyclage de l'air est assuré dans le local au niveau du ventilo-convecteur. Le débit d'air neuf minimum réglementaire est assuré par la CTA hygiénique et l'extraction est en général effectuée dans les zones à pollution spécifique (sanitaire) dans les mêmes proportions du débit d'air neuf soufflé.

Le service de réanimation est équipé d'un système récent appelé Spilotair. Il s'agit d'équipements terminaux mis en place dans le faux-plafond du local. Ils sont alimentés en air traité par la CTA et disposent de batteries chaude et froide. La différence avec le ventilo-convecteur réside dans le fait que seul l'air neuf est traité au niveau des batteries terminales et que la géométrie du spilotair crée une forte dépression induisant un fort taux d'induction. L'air de la CTA très froid (environ 10°C en été) se mélange dans une longueur droite de gaine à l'air repris pour souffler un air proche de l'ambiance.

Dans le bloc opératoire, l'air traité de la CTA est directement diffusé dans les locaux. Le choix de la diffusion d'air est fait dès la conception variant selon la technique du flux non unidirectionnel\* (=flux turbulent), du plafond soufflant ou du flux unidirectionnel\* (= flux laminaire). Les équipements choisis pour le bloc opératoire correspondant à la technique du flux non unidirectionnel sont des diffuseurs muraux à soufflage direct. Ils permettent une dilution de la contamination générée par les activités internes par mélange de l'air soufflé avec l'air ambiant. Des reprises d'air permettent le recyclage de l'air qui est réinjecté dans la CTA où il est traité en conséquence.

Le Tableau 11 présente les éléments choisis à la conception pour les différentes installations.

**Tableau 11 : Installations de traitement d'air de l'hôpital LENVAL**

	CTA	Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	Classe particulière visée	Etages de filtration	diffusion
zones à environnement non maîtrisé	2 CTA Air hygiénique Est	22000 21240	/	G4	VC
	2 CTA Air hygiénique Ouest	8500 7800		G3 et F5	VC
Bloc opératoire	CTA salle viscérale	2500	ISO 7	F7 et H 13	turbulent
	CTA salle orthopédie	3500			
	CTA salle ophtalmologie	2500			
	CTA salle ORL	2500			
	CTA salle Endoscopie	2500			
	CTA salle de réveil	4700			
	Stérilisation (CTA air hygiénique Est)	/	ISO 8	G4	VC
Réanimation	CTA service	9900	/	2 G4, F8 et H10	spilotair
	CTA box 1	1100	ISO 7	2 G4 et F9	spilotair
	CTA box 2	1100			
	CTA box 3	1100			

### 2.3.3 Le réglage de différents paramètres de fonctionnement

Des réglages au niveau des paramètres de fonctionnement sont ensuite assurés par le service technique afin de garantir les critères de la qualité de l'air pour certains locaux comme le bloc opératoire et le service de réanimation. Ces paramètres sont centralisés sur un PC de commande et de contrôle. Le système TREND ainsi que le logiciel de régulation SET a été choisi dès 1992 comme Gestion Technique Centralisée (GTC). Les systèmes initiaux comprenaient un contrôleur\* version IQ 151, des capteurs de pressions différentielles pour l'air (DPIA), de température à thermistance, hygrométrie\* et de température pour gaine et de thermostat de sécurité anti gel. Aujourd'hui, le contrôleur a évolué, la version IQ 251 est utilisée.

La consigne de température en sortie de toutes les CTA est de 16°C et pour la reprise d'air elle est de 20°C.

Dans le bloc opératoire et le service de réanimation, les systèmes de traitement d'air ont pour objectif de protéger les patients donc une surpression\* est créée dans ces enceintes par apport d'air soufflé qui n'est pas repris. La différence de pression « optimale » est de

10 à 15 Pa entre deux locaux de classes de propreté différentes. De même, un taux de renouvellement\* (TR) d'air suffisant doit être mis en place pour produire un effet de dilution sur les contaminants générés pour atteindre les classes particulières choisies. Il est donné à titre indicatif les ordres de grandeurs suivants [12]:

- ISO 8, 15 à 20 volumes par heure
- ISO 7, 25 à 40 volumes par heure

La gestion de la surpression et du taux de renouvellement dans un local ne peut pas être faite indépendamment au niveau des installations implantées sur l'hôpital LENVAL. Seul les salles d'opération et les box de réanimation sont équipés de manomètres à colonne de liquides placés à côté des portes ce qui permet de surveiller la différence de pression entre la salle et un point extérieur à la zone. Le contrôle des taux de renouvellement d'air dans les autres locaux de l'établissement n'est pas effectué.

## **2.4 La surveillance de l'air**

Un premier type de surveillance concerne la manutention, l'entretien, le contrôle et la réparation de certains appareils du système de traitement d'air à la charge du service technique [14-16]. Au sein de l'hôpital LENVAL, le système GTC suit la température, l'hygrométrie et la perte de charge en continu sur toutes les installations de traitement d'air ce qui permet de constater ou non une dérive et d'analyser plus aisément les dysfonctionnements. Les manomètres de contrôle disposés en sortie des salles d'opération et des box du service de réanimation aident le service technique pour le réglage des paramètres de fonctionnement. Le changement des filtres est effectué suivant les indications de perte de charge du fournisseur. Une commande d'alarme est renseignée dans le système GTC pour chacun des filtres présents sur chaque CTA.

Les préfiltres (gravimétriques) sont changés en moyenne tous les 2 mois, les filtres intermédiaires (opacimétriques) ont une durée de vie de 8 mois et les filtres à haute efficacité sont en générale remplacés tous les 18 mois.

Une autre surveillance consiste à effectuer une analyse de la propreté de l'air comprenant la mesure de l'intégrité des filtres, un contrôle particulaire et bactériologique (aérobiocontamination) [14-16]. Actuellement, cette analyse se justifie dans l'hôpital uniquement dans les zones à environnement maîtrisé telles que le bloc opératoire (salles d'opération et stérilisation).

La fréquence de cette analyse a été définie par le CLIN à une fois par an. Toutefois des analyses supplémentaires sont programmées en cas de travaux ou d'épidémies. La date d'analyse est choisie chaque année en fonction du changement des filtres et d'autres évènements comme cette année où des travaux internes au bloc opératoire sont prévus.

Les lieux de prélèvement pour déterminer la propreté particulaire et bactériologique de l'air sont fonction de la taille de la salle et de l'activité qui y est pratiqué (Annexe 7). Les paramètres recherchés lors de cette analyse et les spécifications de conception des installations de traitement d'air pour le bloc opératoire sont : température et humidité relative ; pression différentielle ; débit d'air soufflé et neuf ; vitesse d'air ; taux de renouvellement ; intégrité des filtres ; pénétration en aérosol ; propreté particulaire ; cinétique de décontamination\* ; propreté bactériologique\* qui sont répertoriés dans l'Annexe 8.

### **3 La qualité de l'air en milieu hospitalier**

La qualité de l'air intérieur peut être modifiée par des sources de pollution multiples. Ces sources peuvent provenir à la fois des activités et des comportements des occupants des locaux, des matériaux de construction du bâtiment, des équipements de ce bâtiment (ventilation, mobilier...) mais aussi de l'air extérieur. Des polluants peuvent donc être trouvés dans l'air intérieur et des interactions peuvent exister entre eux et leur environnement ce qui rend la problématique de l'air intérieur complexe.

Les seules données spécifiques à l'hôpital Lenval sont celles des analyses de surveillance de l'air effectuées depuis 2001 dans les locaux du bloc opératoire de l'hôpital. Nous recherchons dans cette partie à étudier la spécificité du milieu hospitalier. L'inventaire des substances physico-chimiques pouvant être présents dans l'air intérieur de l'hôpital Lenval reposera d'une part sur la consultation des fiches de données de sécurité (FDS) disponibles sur les produits utilisés dans l'établissement. Et d'autre part on analysera les déterminants de la qualité de l'air intérieur issus de la littérature et les données de la qualité de l'air extérieur de la ville de Nice. L'objectif de cette partie n'est pas d'établir une liste aussi exhaustive que possible mais une première démarche de sélection des substances pouvant être présentes dans l'air intérieur suivant les critères de choix que sont :

- les polluants spécifiques des activités hospitalières (désinfection, anesthésie)
- les polluants les plus renseignés dans la littérature sur les thèmes des émissions des matériaux de constructions et du mobilier
- les polluants indicateurs de la qualité de l'air extérieur niçois

#### **3.1 Les résultats de la surveillance de l'air de l'hôpital LENVAL**

L'analyse de la propreté de l'air a pour principal objectif de s'assurer du bon fonctionnement des installations de traitement d'air au fur à mesure des années mais aussi d'envisager de nouveaux réglages en fonction des recommandations émergentes dans les différents secteurs de santé.

Au vu des choix de conception de l'hôpital, les installations sont conformes depuis leur mise en service. Les résultats sont présentés dans l'Annexe 8.

Les contrôles particuliers montrent que les filtres sont efficaces pour respecter les classes ISO 7 et 8. Le dénombrement de poussières fait apparaître un nombre plus important de petites particules ( $\geq 0.5\mu\text{m}$ ) que de « grosses » particules ( $\geq 5\mu\text{m}$ ). Sur 4 ans, le nombre de particules a largement augmenté pour les deux classes de particules. Le système de traitement d'air et les activités internes sont des sources possibles de particules avec le temps.

Le renouvellement d'air permet d'atteindre des temps de décontamination particulière inférieurs à 10 minutes en 2005.

Par contre, les contrôles microbiologiques sont difficiles à exploiter car ils ne permettent pas d'indiquer la contamination biologique exacte de l'air. Ils ne donnent que des éléments d'appréciation qualitatifs. Les résultats ne s'appliquent qu'aux lieux de prélèvements et non à l'intégrité du volume du local.

#### **3.2 Les polluants d'origine intérieure**

Les sources internes de polluants physico-chimiques résultent majoritairement des éléments architecturaux et des activités hospitalières.

### 3.2.1 Les composés des matériaux de construction et du mobilier

Parmi les constituants architecturaux vus dans le paragraphe 1.1.3, on remarque que les revêtements intérieurs et les matériaux du bâtiment sont principalement constitués de composés synthétiques tels que le PVC et les fibres minérales. Ces matériaux sont choisis en raison de leur caractéristique d'isolant thermique et acoustique et de résistance au feu. Le mobilier est lui aussi caractérisé par des matériaux de revêtement synthétique (cf. 1.1.4 ; 1.1.3B) tels que des panneaux stratifiés mélaminés.

Le revêtement des murs renseigné est principalement de la peinture composée de résines polymères acrylique ou vinylique (liant) en phase aqueuse. Ces peintures sont considérées moins toxiques que les peintures en phase organique en raison de l'évaporation de l'eau qu'elles contiennent et non pas de solvants organiques. Ceci n'est pas toujours vrai car il existe des peintures « à l'eau » contenant des composés organiques volatiles COV, même si ceux-ci sont très faibles ou inférieur à la moyenne recommandée par les normes.

Les données sont trop restreintes pour caractériser les polluants pouvant provenir de ces revêtements intérieurs.

En France, les études sur les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction sont récentes. Depuis fin 2003, le CSTB a proposé une méthodologie d'évaluation de ces caractéristiques dans le but de promouvoir l'étiquetage des matériaux de construction utilisés en France. L'utilisation de cette méthodologie approuvée par le Comité Environnement Santé de l'Avis Technique (CESAT) est très limitée en 2005 [17]. En effet, la base de données française de référence INIES mettant à disposition les fiches de déclaration environnementale et sanitaire renseigne une cinquantaine de matériaux de huit fabricants. Aucun des ceux présents dans l'hôpital Lentral n'y figurent.

Les travaux français indiquent toutefois que les teneurs en COV à l'intérieur des bâtiments sont plus élevées qu'à l'extérieur, avec un ratio intérieur/extérieur pouvant varier de 2 à 50 [18, 19]. A l'intérieur d'un même local, les concentrations en COV peuvent aussi subir des variations spatio-temporelles. L'identification des sources de pollution permanente et temporaire est indispensable pour expliquer ce phénomène. Les émissions dépendent de paramètres comme l'âge du matériau, la température et l'humidité relative [20]. Les sources individuelles de chaque COV restent délicates à identifier et surtout à quantifier.

Les différents constituants intérieurs sont reconnus comme des **sources de pollution permanentes** dans l'air intérieur, et des études récentes ont permis d'identifier certains polluants spécifiques. Les PVC tend à perdre leur plastifiant en vieillissant [21]. Les phtalates, largement utilisés comme agents plastifiants pour la fabrication du PVC, ont été mesurés dans l'air intérieur de 120 logements [22]. Le formaldéhyde utilisé comme adhésif est présent dans de très nombreux produits d'usage courant : mousses isolantes, colles, vernis, encres, résines, papier. La plupart des bois agglomérés et contreplaqués en contiennent ce qui explique que les quantités de formaldéhyde sont loin d'être négligeables dans les environnements intérieurs [23].

Les fibres minérales artificielles (FMA) provenant des doubles cloisons murales, des faux plafonds et des gaines techniques qui relient les étages peuvent être libérées dans l'air lors de manipulations [24]. Elles sont distinguées suivant le mode de fabrication et donc des tailles différentes : pour la laine de verre de 3.0-10 µm et pour la laine de roche de 3.0-8.0 µm.

Pour résumer, les composés pouvant être identifiés dans les matériaux de revêtement de l'hôpital et donc pouvant influencer la qualité de l'air intérieur sont les suivants:

→ **des Composés Organiques Volatils\* (COV)** provenant:

- des matériaux synthétiques en PVC : le **diéthylphthalate (DEP)** et le **dibutylphthalate (DnBP)** sont les composés majoritairement trouvés dans les prélèvements d'air de l'étude de [22]
- du mobilier en bois aggloméré : **formaldéhyde**
- de la colle urée formol : le **formaldéhyde**
- des panneaux de particules agglomérées (bois, fibre): le **formaldéhyde et l'acétaldéhyde**

→ **des Fibres Minérales Artificielles (FMA)** provenant :

- des dalles de faux plafonds, cloisons, portes : **fibre de laine de verre, de roche**

### 3.2.2 Les composés des produits de nettoyage, de désinfection et de stérilisation

Les activités d'entretien, de désinfection et de stérilisation sont des activités particulières et transitoires considérées comme **source de pollution ponctuelle** liée aux différents produits employés [25].

La formulation des produits hospitaliers est complexe, on retrouve à côté d'un ou plusieurs principes actifs\* de nombreux adjuvants ou excipients et un solvant aqueux ou alcoolique. Les principaux composants sont les principes actifs qui sont des biocides\*. Ce sont par définition des substances actives ou des préparations contenant une ou plusieurs substances actives destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles [26].

Le laboratoire ANIOS, fournisseur principal de l'hôpital Lenval, utilise aujourd'hui les principes actifs suivant pour la composition des produits achetés par l'établissement:

- ammoniums quaternaires, tensio-actifs\* cationiques utilisés comme désinfectants. Les principaux utilisés sont le **chlorure et le propionate de didécylidiméthylammonium**,
- acétate de guanidinium,
- amphotères\* comprenant des chlorures d'acides aminés et des polyalkylamines (**Bis - (aminopropyl) – laurylamine**),
- polyhexanide dont le **chlorhydrate de polyhaxaméthylène biguanide (PHMB)**,
- aldéhydes.

Les premières molécules citées sont, en solution aqueuse, thermostables, non volatiles et solubles en toutes proportions. Donc la présence de ces molécules dans l'air intérieur du bâtiment Lenval est peu probable. Mais ces composés non volatils peuvent être inhalés soit par la pulvérisation d'aérosol lorsque le conditionnement est un spray prêt à l'emploi soit par la mise en suspension des composés déposés sur les surfaces ou les textiles [27]. Les produits contenant ces composés sont utilisés quotidiennement dans les différents locaux.

Par contre, le produit à base de formaldéhyde, composé volatil et toxique, est uniquement utilisé pour une désinfection terminale lors d'épisode particulier de contaminations ou d'épidémies. La manipulation de ce produit nécessite l'utilisation d'un évaporateur conçu pour cet effet et de précautions d'emploi.

Les alcools **éthanol et n-propanol** entrent dans la composition comme tiers solvants pour les principes actifs cités précédemment afin de favoriser l'évaporation.

Les mêmes biocides entrent dans la composition des produits de stérilisation des instruments médicaux, seul le service de stérilisation des instruments chirurgicaux utilise un produit contenant de l'**acide péracétique** à 0,15%. L'usage de ce composé a été ré-

encouragé ces dernières années pour la maîtrise des ATNC suite à la modernisation apportée par les producteurs industriels [28, 29]. Mais l'emploi de ce produit de désinfection est rare car le service dispose d'un laveur automatique des endoscopes.

L'évaporation des composants volatils est susceptible d'être favorisée par différents facteurs comme l'élévation de la température dans la pièce, extraction d'air, ouverture des bacs de stérilisation...

### 3.2.3 Les polluants spécifiques à certains services hospitaliers

#### A) Gaz anesthésique

Une anesthésie est pratiquée pour chaque intervention au sein même du bloc opératoire afin d'endormir le patient. L'anesthésie par inhalation se fait principalement avec du **protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O**. Les « petits » actes de chirurgie et quelques services de soins, principalement les urgences et les services d'hospitalisation utilisent ce gaz pour l'analgésie du patient. Il est utilisé en induction ou en mélange avec de l'oxygène. Mais suivant l'acte chirurgical, différents mélanges de gaz anesthésiques peuvent être effectués. Les substances halogénés **desflurane** et **sévoflurane** sont ajoutées au mélange N<sub>2</sub>O et O<sub>2</sub> pour les actes « lourds », elles sont vendus par le laboratoire Baxter (produit Suprane® et Sevorane®). Le premier est utilisé pour la phase d'entretien de l'endormissement et le second pour la phase d'induction où le patient perd conscience. Le dosage au niveau de ces deux composés volatils est de l'ordre de 0.5 à 3% [30].

L'activité anesthésique a évolué et augmenté ces dernières années et l'utilisation est orientée vers la protection du patient en diminuant la toxicité pour le patient de chacune des substances du mélange [31]. Le laboratoire d'analyse toxicologique de la Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Île-de-France (CRAMIF) a réalisé entre 1992 et 1994 des prélèvements d'air ambiant dans 191 salles d'opération réparties sur 37 blocs opératoires [30]. Cette enquête a démontré que dans la majorité des situations, les concentrations en anesthésiants sont nettement supérieures à ceux préconisés par la Direction Générale de la Santé DGS (Circulaire du 10 octobre 1985, 25 ppm pour le N<sub>2</sub>O et 2 ppm pour les halogénés) quel que soit le mode de ventilation utilisé : masque, circuit ouvert, semi fermé, fermé. L'hôpital Lenval dispose d'un système à circuit fermé\* avec système d'évacuation des gaz (prise SEGA de TEMA) pour chaque salle d'opération.

#### B) Matériels informatiques

Les services administratifs et logistiques nécessitent un certain nombre de matériels informatiques ainsi que des appareils d'impression, photocopieurs... Pour ces derniers, l'utilisation est groupée dans les services ce qui permet de limiter le nombre d'équipement mais ils fonctionnent de façon continue toute la journée. Au niveau des composantes informatiques, environ une centaine d'ordinateurs sont disposés dans les différents services sur tous les étages. Le 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> étage concentrent la majorité des services administratifs et donc le nombre d'appareils (environ 50 ordinateurs sur les deux étages).

Ces appareils électroniques sont reconnus depuis quelques années pour leurs émissions en COV. Le Danish Technological Institute [32] a mené en 2003 une large étude portant sur les substances émises par les appareils électriques et électroniques. Il spécifie approximativement 70 substances pouvant être émises dans de fortes concentrations par les appareils électriques. Les mesures menées en chambre test ont mis en évidence les polluants majoritaires suivants :

- matériels informatiques : **toluène ; triméthylbenzène ; styrène ; xylène**
- télévision : **toluène ; styrène ; benzène ; dibutylphthalate**
- téléphone : **toluène**

Les appareils électroniques, photocopieurs et imprimantes, sont aussi sources d'ozone, de **particules (PM)** et de **retardateurs de flamme** [24]. Les quantités émises sont peu renseignées et dépendent de nombreux facteurs qui seront détaillés dans une partie spécifique (3.4) dans la suite du rapport.

### **3.3 Les polluants d'origine extérieure**

Les systèmes de traitement d'air disponible dans l'établissement fournissent un débit d'air neuf réglementaire (2.1) et effectuent un recyclage de l'air des locaux représentant environ 80% du débit soufflé. Donc la qualité de l'air intérieur dépend dans une moindre mesure de la qualité de l'air neuf extérieur pris par le système de traitement d'air. Mais situé en pleine agglomération, l'air de l'hôpital Lenval peut être soumis à une pollution extérieure non négligeable qu'il est important de caractériser.

En France, la qualité de l'air extérieur fait l'objet d'une surveillance par des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) ce qui permet de disposer de données validées et récentes issues de stations mises en place dans des zones définies. Un hôpital est un lieu particulier où un flux de visiteurs est incontestable et peut aussi influencer la qualité de l'air de cet établissement.

#### **3.3.1 Le suivi de l'air extérieur**

L'AASQA des Alpes Maritimes, QUALITAIR 06, compte douze stations fixes de surveillance dans le département en 2005, dont trois implantées dans l'agglomération de Nice. Les mesures de cinq types de composés différents le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote, les particules fines, le dioxyde de soufre et l'ozone (CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>) sur la ville sont effectuées en continu à l'aide d'analyseurs spécifiques. Une surveillance du benzène par tubes passifs vient compléter le dispositif.

L'acquisition en 2004 d'un laboratoire mobile a permis à QUALITAIR de mettre en place des analyseurs temporaires et d'étudier une zone plus précise. Ainsi une étude a été menée sur la plateforme aéroportuaire Nice Côte d'Azur en octobre 2004 en associant trois points de mesures : zone extérieur piste, parking et une zone publique intérieur dans le terminal.

##### **A) Les stations fixes de l'agglomération de Nice**

Les trois stations fixes de la ville de Nice sont de typologies différentes :

- Nice aéroport : station située à proximité des pistes permettant d'évaluer la qualité de l'air sur la plateforme aéroportuaire. Mesure NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et PM<sub>10</sub>
- Nice Pellos : station urbaine\* située dans un quartier assez fortement peuplé (24 000 hab/km<sup>2</sup>) et fréquenté (marché journalier à proximité), la distance de la tête de prélèvement à la voie routière est inférieure à 4 mètres. Mesure NO<sub>x</sub>, CO et SO<sub>2</sub>. Elle renseigne les niveaux de pollution les plus élevés de Nice.
- Nice Ouest Botanique (proche de la vallée du Var) : station périurbaine\* située sur une colline bien dégagée dans le trajet de la masse d'air des brises\* de terre/mer. Mesure O<sub>3</sub>.

Depuis 2004, une station urbaine située en centre ville (Nice Cessole) plus représentative du niveau de fond de la ville de Nice est fermée temporairement. Néanmoins des données sont disponibles sur les années 1999-2004 pour les mesures de NO<sub>x</sub> et O<sub>3</sub>.

##### **B) Les phénomènes climatiques**

Le climat du littoral azuréen est méditerranéen. La vitesse de vent est faible tout au long de l'année (< 3 m/s). La présence de la mer et de la montagne favorise la création de vents d'origine thermique appelés brises littorales\* qui sont orientées Nord Ouest pour la brise de terre et Sud Sud Est pour celle de mer (rose des vents de la station de Cagnes

sur Mer). La période estivale est marquée par des températures comprises entre 22 et 24 °C.

Une ville de bord de mer comme Nice est considérée comme relativement bien ventilée ce qui est décisif pour les concentrations en polluant.

L'hygrométrie moyenne sur la ville de Nice est élevée tout au long de l'année.

Les saisons ont une influence certaine sur les concentrations en polluant, l'été est propice à la formation d'ozone et l'hiver les produits de combustion sont favorisés par le trafic automobile plus intense et le chauffage.

### C) Les polluants atmosphériques de la ville de Nice

La ville de Nice est la plus grande agglomération du département avec ses 475 000 habitants. C'est une ville côtière. Les sources fixes de pollution sont peu nombreuses, les principaux émetteurs ponctuels sont l'incinérateur et l'aéroport de la ville. L'étude de QUALITAIR sur l'aéroport de Nice donne un aperçu de la qualité de l'air autour et sur l'aéroport de Nice et renseigne sur son impact. Les résultats n'ont pas montré de corrélation directe entre la pollution de l'air et les variations de l'activité aéroportuaire, il semble que ce soit les immissions du pôle urbain de Nice qui aient une forte influence.

Le trafic automobile reste le principal pourvoyeur de pollution atmosphérique et est responsable de l'émission de **dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)**. Le **benzène**, issu aussi du trafic automobile, est le seul COV mesuré à ce jour par les AASQA et soumis à la réglementation. Les concentrations en polluants atmosphériques d'origines urbaines sont en augmentation ces dernières années sur la ville de Nice.

Cependant, le polluant problématique de la ville reste l'**ozone (O<sub>3</sub>)** dont la production est favorisée par l'ensoleillement et la réactivité des polluants primaires\* issus en majorité du trafic routier. Celui-ci a une réactivité forte (oxydant puissant) avec des polluants primaires tels que les oxydes d'azote dans l'air extérieur mais aussi dans l'air intérieur et engendre des polluants secondaires.

Les particules extérieures sont mesurées uniquement au niveau de l'aéroport de Nice avec les **PM<sub>10</sub>**, particules fines ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm. Mais ces composés constituent une famille de polluants urbains issues de phénomène de combustion (automobile et combustibles domestiques), de l'érosion (sol et bitume) et de réactions chimiques secondaires de l'atmosphère à ne pas écarter.

L'Observatoire Régional des Transport Provence-Alpes-Côte-d'Azur met à disposition les moyennes journalières de trafic sur l'année 2003 pour les axes majeurs de la ville de Nice :

- N 98, 75 875 TV (tous véhicules),
- N7 à l'arrivée de Nice (Ouest) 17 649 TV,
- au carrefour de la N202 et la N7 à l'entrée de l'agglomération niçoise, 73 578 TV.

Le service Direction Centrale des Déplacements et de l'Energie, Signalisation tricolore et Régulation Centralisée de la ville de Nice nous a communiqué des éléments sur le trafic à l'heure de pointe du soir dans la zone de Magnan à 400 m à l'Est de l'hôpital. De 17h30 à 18h30, 6480 UVP (Unité de Véhicule Particulier\*) ont circulé sur les différents axes entourant cette zone.

Les données qui viennent d'être présentées donnent un aperçu du trafic routier des axes majeurs entourant l'hôpital Lerval et justifie la prise en compte des polluants extérieurs pour l'évaluation des polluants de l'air intérieur de cet établissement. De plus, le sous sol de l'hôpital est constitué de 3 niveaux de parking qui peuvent être sources de polluants urbains. Ces trois étages disposent du traitement d'air hygiénique avec des dispositions spécifiques en terme de conception (extraction, recyclage...). Ce point n'a pas été approfondi dans ce mémoire car il nécessiterait un travail à part entière.

## **D) Le transfert de l'air extérieur dans le bâtiment**

Le transfert de la pollution extérieure à l'intérieur d'un bâtiment à usage d'habitation, en fonction de différents paramètres : les conditions de ventilation du logement, la saison, le niveau de pollution extérieure et la présence de matériaux adsorbants à l'intérieur du logement a été étudié en 2001 par le CSTB, le LHVP et l'ADEME [33]. Les résultats obtenus montrent que le dioxyde d'azote et le benzène sont transférés intégralement dans le logement alors que pour les particules fines  $PM_{2,5}$  et l'ozone, un abattement de 20-25% et 80% est mesuré entre l'extérieur et l'intérieur du logement. Certes il est précisé que ces résultats ne peuvent pas être généralisés à d'autres types de situation que celle de l'étude mais ils permettent d'accéder à des données récentes françaises rendant compte du comportement des « polluants extérieurs ». Le taux d'occupation et les sources de pollution intérieure sont des facteurs qui vont influencer les teneurs en « polluants extérieurs ».

### **3.3.2 Les visiteurs**

Un hôpital est par nature un lieu public d'accueil où les allers et venues sont répétés en raison des différentes activités exercées. Tous ces mouvements ne peuvent pas être contrôlés. L'hôpital Lenval abrite de nombreux services de consultations et d'hospitalisation ce qui engendre un flux de visiteurs quotidiens non négligeable dans le bâtiment.

En se basant sur les données du rapport d'activités 2005, un flux de visiteurs quotidien a pu être évalué à 550 personnes. Les hypothèses prises en compte sont que les enfants hospitalisés en psychiatrie n'ont pas de visite pendant leur séjour, que les deux parents viennent voir leur enfant dans les services d'hospitalisation (médecine et chirurgie) et qu'un seul parent accompagne les enfants en consultations externes. Sachant que le personnel temps plein de l'hôpital est au nombre de 495 et que le nombre de patients moyens reçu sur une journée est de 463, le flux de visiteurs est non négligeable.

Les visiteurs sont surtout des sources de **particules** via les matières textiles transportées et les poussières et la **fumée de tabac environnementale (FTE)** qui peut être exhalée ou encore transportée par les vêtements.

## **3.4 Le devenir des polluants dans l'environnement intérieur**

Les différents polluants pouvant être présents dans les locaux de l'établissement viennent d'être répertoriés suivant leur origine. Maintenant se pose la question du devenir de ces polluants dans l'enceinte de l'hôpital, comme tout environnement intérieur c'est un lieu où la qualité de l'air intérieur est une problématique complexe. Les polluants présents peuvent évoluer dans l'environnement intérieur selon les éléments structurels et comportementaux de l'hôpital tels que le système de traitement d'air ou l'activité d'entretien ou encore selon la réactivité des polluants dans l'air.

### **3.4.1 Les facteurs structurels**

La structure de l'hôpital Lenval a été décrite précédemment dans les parties 1 et 2 que ce soit au niveau de l'architecture et des équipements de traitement d'air. La littérature renseigne des interférences entre les polluants, les revêtements intérieurs et le système de traitement d'air qui peuvent influencer la qualité de l'air intérieur. Des phénomènes d'adsorption, de réactivités vont influencer plus particulièrement le devenir des polluants. De même, les conditions de ventilation et de climatisation de chaque local auront un rôle non négligeable.

#### **A) Les revêtements intérieurs**

L'adhésion ou la réactivité entre les polluants et les différentes surfaces intérieurs dépendent de leurs caractéristiques. La littérature renseigne principalement sur le

phénomène de déposition des particules. La moquette est reconnue pour son potentiel élevé de captation [33, 34].

Les polluants ayant une pression de vapeur faible ou modérée et une polarité élevée vont préférentiellement se déposer sur les surfaces ou le mobilier. L'adsorption sur les surfaces peut donc réduire les concentrations dans l'air mais ce phénomène peut être réversible. En conséquence, la désorption de ces polluants peut devenir une source de contamination de l'air. Ces dernières années, plusieurs études ont porté sur ces interactions incluant la recherche du degré de réversibilité et même l'influence des conditions environnementales ambiantes (température, humidité...) sur l'adsorption de surfaces mais les résultats ne sont pas concluants [27].

Dans l'étude sur le transfert de la pollution atmosphérique à l'intérieur du bâtiment, il a été observé une diminution des concentrations en dioxyde d'azote et en ozone par l'ajout de dalles en laine de roche simulant l'aménagement et la décoration du logement [33].

## **B) Le système de traitement d'air**

L'air étant traité à travers des étapes de filtration et des batteries chaude ou froide, la composition de l'air intérieur va être modifiée d'une part en fonction de la filtration principalement au niveau particulaire et d'autre part suivant les conditions ambiantes (T°C, humidité...). Les réglages du système de traitement d'air sur les débits d'air soufflé, repris etc. dans les locaux vont aussi influencer la dispersion des polluants dans l'environnement intérieur. Une distinction est à faire entre les locaux à environnement maîtrisé et le reste de l'établissement en raison des différents systèmes de traitement d'air mis en place.

### **a) La filtration**

Comme nous l'avons vu, les locaux à environnement non maîtrisé ont de l'air hygiénique distribué et extrait dans les mêmes proportions. Il a subi un étage de filtration au rendement gravimétrique moyen de 95% (Tableau 11). Cette méthode d'essai indique le pourcentage de poussière retenu par le filtre pour une perte de charge atteignant 250 Pa. En plus, elle permet d'évaluer la capacité de filtration des fines particules ayant des diamètres de 0.3 à 3µm et la capacité de colmatage de ces filtres. Cependant, leur efficacité sur des particules ayant des diamètres de 1µm et 0.5µm est faible. Or 99.9% des particules de l'air extérieur ont un diamètre inférieur à 1µm donc ce filtre n'agit que faiblement sur les particules extérieures en retenant les plus « grossières » [10].

Le bloc opératoire et le service de réanimation ne comportent ni les même CTA ni les même étages de filtration mais ils ont la particularité commune d'avoir un recyclage de l'air réinjecté en début de CTA et des filtres à très haute efficacité recommandés pour les zones à environnement maîtrisé.

Les filtres à très haute efficacité sont aujourd'hui testés par la méthode MPPS pour des particules de 0,12µm à 0,17µm (Annexe 5). Les différents filtres HEPA choisis agissent sur les particules de taille nettement inférieure à 1 µm. Ces deux services doivent donc avoir une contamination particulaire plus faible que les autres locaux surtout au niveau des particules fines.

L'idée encore trop souvent admise que les filtres agissent vis-à-vis des particules dans l'air comme un simple tamis est inexacte. Si c'était le cas, au dessus d'une certaine taille, les particules seraient arrêtées et les plus fines passeraient à travers. En fait, lorsqu'un aérosol pénètre dans un filtre du fait d'un écoulement de l'air, les particules le composant qui sont déviés de la trajectoire du flux d'air (par différents mécanismes) vont entrer en contact avec le filtre. Les mécanismes physiques responsables de la capture des particules par un filtre sont connus : sédimentation, impaction\* inertielle, interception et diffusion brownienne dépendant de la taille des particules mais aussi des forces électrostatiques. Les protocoles d'essai, comme ceux précédemment cités, exploitent le

couplage de ces mécanismes et donc requiert de tester la filtration sur le diamètre de particules le moins bien retenu par le filtre [35].

Au niveau de la phase gazeuse, les filtres à particules n'agissent pas comme une barrière et ils peuvent représenter un site potentiel d'oxydation de surface [27]. En effet, les particules sont des mélanges de composés organiques et minéraux qui une fois retenues sur le filtre peut interagir avec les polluants extérieurs tel que l'ozone et libérer des polluants secondaires. Malheureusement, peu d'attention a été portée sur ce thème, les connaissances de ces phénomènes sont encore limitées.

#### **b) Les conditions ambiantes**

L'objectif premier d'un système de traitement d'air dans un hôpital est de fournir une ambiance confortable au patient et au personnel. Pour cela, la température et l'humidité relative peuvent être régulées à partir des batteries et d'humidificateurs présents dans la CTA. Les installations de l'établissement ont une consigne de 16°C au niveau de la température et les réglages se font directement dans chaque chambre ou bureaux à l'exception des zones à environnement maîtrisé. En général, les températures se situent entre 18 et 24°C selon l'activité pratiquée dans la pièce et le type de population (patient et employé). Or l'augmentation de la température favorise l'évaporation et la réactivité chimique des polluants volatils.

#### **c) Les réglages du traitement d'air**

La ventilation est un facteur majeur pour la dispersion des polluants dans les locaux et est représentée par le paramètre taux de renouvellement d'air (TR). Il s'agit du procédé par lequel l'air intérieur est renouvelé par de l'air extérieur [36]. Un effet de mélange et une évacuation de l'air sont attendus.

Dans les zones à environnement maîtrisé, l'objectif prioritaire du traitement d'air est d'« éliminer » rapidement les polluants de l'air. Du fait d'une surpression, les salles d'opération et les chambres du service de réanimation sont des zones protégées des contaminations provenant des locaux avoisinants. Ainsi le couplage du TR et de la surpression va certainement permette une variation spatio-temporelle des concentrations en polluants dans les pièces.

Concernant la pollution des salles d'opération par des vapeurs d'anesthésiants, la ventilation mécanique des salles d'opération, utilisée seule, n'est pas suffisamment efficace. Les facteurs de cette pollution sont le circuit ouvert, la ventilation au masque, les forts débits de N<sub>2</sub>O et l'induction avec utilisation de N<sub>2</sub>O. Le Système d'Evacuation des Gaz Anesthésiques (SEGA) permet de réduire ces concentrations de manière sensible [30].

Par ailleurs, l'établissement hospitalier fonctionne en continu jour et nuit 7j/7 dans les différents services de soins. Tous les locaux de l'hôpital Lentral ne disposent que d'une ventilation mécanique ce qui rend la qualité de l'air dépendante du bon fonctionnement des installations de traitement d'air. Les systèmes ventilo-convecteurs doivent permettre le brassage de l'air et le recyclage de ces locaux. L'étude de Saude *et al.* [37] observe un lissage et un déphasage des concentrations intérieures au niveau des pics de pollution extérieurs sans doute en lien avec ce système de traitement d'air. Mais l'air est aussi recyclé en continu dans le local même. Dans le cas d'une utilisation de quantités importantes de produit volatil, il peut être difficile d'évacuer rapidement le composé volatil par ce système. L'hôpital Lentral a connu ce problème de pollution lors d'une désinfection terminale à l'aide du produit Aseptanios (formaldéhyde) dans le bloc opératoire. Une fuite est survenue lors de l'application à l'aide de l'évaporateur. Le local a été contaminé pendant plusieurs jours et le personnel fortement incommodés par les vapeurs toxiques de formaldéhyde.

### 3.4.2 Les facteurs comportementaux

Les teneurs en polluants dans l'air de l'établissement sont aussi dépendantes de facteurs humains.

Le service d'entretien joue un rôle important au niveau des produits de désinfection. La fréquence, les quantités et les manières d'utiliser les produits sont des éléments à prendre en compte. En milieu hospitalier, les règles d'hygiène sont bien définies (1.2.4) et permettent de déterminer les règles d'usage pour les différents produits. Les services de stérilisation qui désinfectent les instruments médicaux sont soumis aux mêmes précautions. Les locaux étant entretenus quotidiennement, les contaminations particulières liées à l'occupation des locaux et la venue de visiteurs extérieurs doivent être faibles. Une contamination chimique peut être à l'origine d'erreurs de manipulation lors de la mise en pratique. Des mauvais dosages ou mélanges ont engendré des émissions de substances chimiques dans les locaux d'hôpitaux lorsque les constituants sont volatils. La pulvérisation directe sur les surfaces peut aussi donner lieu à un contact par voie aéroportée du fait de la formation d'aérosol [38].

Dans un autre contexte, la remise en suspension de polluants déposés sur les surfaces intérieures est possible en raison du taux d'occupation des locaux ou encore des techniques d'entretien mise en œuvre.

### 3.4.3 La réactivité chimique des polluants dans l'air intérieur

La réactivité de l'ozone avec les polluants primaires\* a été très largement étudiée au niveau de la pollution atmosphérique. Avec l'émergence de la thématique de la qualité de l'air intérieur, les recherches se sont orientées sur la réactivité de cet oxydant fort avec certains polluants d'origine intérieure, par exemple la réaction entre l'ozone et les terpènes. L'ozone est l'un des initiateurs des processus d'oxydation les plus étudiés suivi par les radicaux hydroxyle et nitrate. Ces derniers résultent eux même de réactions chimiques entre l'ozone et des polluants primaires extérieurs (alcènes et  $\text{NO}_2$ ).

Une synthèse des données existantes sur les réactions chimiques entre les constituants des produits d'entretien et les oxydants souligne la rapidité de réaction des composés insaturés comme les aldéhydes, les hydrocarbures aromatiques et la formation de polluants secondaires\* variés [27]. Les concentrations des produits secondaires sont en général faibles et leur devenir dans l'air intérieur va à leur tour dépendre des conditions intérieures et de leur réactivité. Par exemple, le formaldéhyde est un produit secondaire de la réaction de l'ozone avec plusieurs composés insaturés et ainsi ces réactions peuvent contribuer au bruit de fond en formaldéhyde de l'environnement intérieur.

L'étude de Sorensen et Weschler [39] a montré que la modélisation des phénomènes intérieurs est un outil utile pour observer l'influence des réactions chimiques sur la distribution des concentrations intérieures au sein d'un même local. Ils ont observé une forte hétérogénéité des concentrations en polluants dans l'air ambiant.

## 3.5 Les valeurs guides\* ou valeurs limites\* pour l'air intérieur

A l'échelle nationale, le champ de la qualité de l'air intérieur est quasiment vierge en matière de valeurs guides ou limites à caractère réglementaire [40]. Des recommandations existent dans certains pays comme les Etats-Unis, le Canada, l'Allemagne...

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) s'est autosaisie sur cette thématique en proposant la mise en place d'un groupe de travail afin d'élaborer des valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur en France, fondées exclusivement sur des critères sanitaires.

A l'heure actuelle, deux études européennes ont élaboré des valeurs guides pour la qualité de l'air intérieur:

- « Air quality guidelines for Europe » de l'OMS
- Le projet européen INDEX, « Critical Appraisal of the Setting and Implementation on Indoor Exposure Limits in Europe Union »

### 3.6 Bilan : la spécificité du milieu hospitalier

Les informations recueillies ont permis de renseigner les polluants susceptibles d'être présents dans l'air intérieur de l'établissement Lenal. Au regard du paragraphe sur le devenir des polluants dans l'environnement intérieur, il est intéressant de dresser une liste des polluants « persistants » ou « toxiques ». Il ressort un peu plus d'une vingtaine de substances (Tableau 12) qui correspondent aux critères suivants :

- spécificité des pratiques hospitalières
- composés persistants ou toxiques dans les environnements intérieurs d'après la littérature

**Tableau 12 : Liste des polluants retenus pour caractériser la qualité de l'air intérieur hospitalier**

spécificité des pratiques hospitalières		composés majoritaires et persistants
<b>produit entretien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ammonium quaternaire</li> <li>- polyhexanide</li> <li>- polyalkylamine</li> <li>- acide péracétique</li> <li>- éthanol</li> <li>- n propanol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- formaldéhyde</li> <li>- acétaldéhyde</li> <li>- phtalates DEP, DnBP</li> <li>- FMA</li> <li>- Benzène, toluène, xylènes, styrène</li> </ul>
<b>gaz anesthésiants</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O</li> <li>- desflurane</li> <li>- sevoflurane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,2,4 triméthylbenzène</li> <li>- NO<sub>2</sub></li> <li>- particules PMs</li> <li>- FTE</li> </ul>

La spécificité du milieu hospitalier réside également sur des différences d'exposition au sein même du personnel de l'établissement en raison des particularités de certaines zones comme le bloc opératoire. Le personnel d'entretien, de stérilisation et du bloc opératoire sont soumis à une exposition professionnelle ponctuelle particulière au vu des produits utilisés dans leur profession. Mais le conditionnement de ces produits et les techniques d'utilisation ont évolué pour protéger le personnel. Il est vraisemblable que les quantités présentes dans l'environnement hospitalier soient faibles. Seul des campagnes de mesures pourraient permettre de vérifier ce point.

Le reste de l'établissement est un environnement intérieur « classique » où des sources de pollution permanente ont été identifiées. Les locaux disposent d'un système de traitement d'air et de conditions d'hygiène supposés satisfaisants. Le personnel de soins y travaillant et les patients semblent confrontés à une qualité d'air intérieur différente de celle de la population précédente car ils ne sont pas exposés directement aux produits. Une particularité peut être signalée sur le choix de matériaux synthétiques pour les revêtements intérieurs pour les services de soins.

Dans la suite de cette étude, les éléments facilitant le déroulement d'une évaluation des risques sanitaires vont être recherchés afin de discuter des risques physico-chimiques potentiels pour les occupants de l'hôpital liés aux polluants de l'air intérieur hospitalier « identifiés » dans cette partie.

## 4 Vers une démarche d'évaluation des risques sanitaires

Les expositions aux polluants de l'air intérieur peuvent être nombreuses et variées selon le microenvironnement où l'on vit, travaille etc. A ce jour, peu de données sont disponibles au niveau national [18, 19], une campagne de mesures dans des logements français est en cours d'exploitation par l'OQAI. En général, il s'agit d'expositions chroniques et, sauf situations accidentelles, de faible niveau. Dans la plupart des cas, il est difficile de les quantifier précisément et de prendre en compte les éventuelles interactions. De plus, une pollution intérieure n'engendre pas forcément des effets nocifs pour la santé humaine.

Dans ce contexte d'incertitudes sur les expositions ou sur les risques, il est intéressant de mettre en œuvre des outils d'aide à la décision tels que l'évaluation des risques sanitaires (ERS) qui permettent d'organiser les connaissances scientifiques selon une méthodologie standardisée, transparente et cohérente [41]. Dans l'absolu, cette démarche permet de savoir s'il y a réellement une exposition de populations et si cette exposition est avérée, elle conclut sur l'acceptabilité du risque.

Le travail mené dans le cadre de ce mémoire est tout d'abord de discuter de la pertinence et de la faisabilité de la démarche d'ERS dans le contexte hospitalier et sur la thématique de la pollution de l'air intérieur. Puis le déroulement des différentes étapes sera mené pour faire un état des lieux des connaissances actuelles.

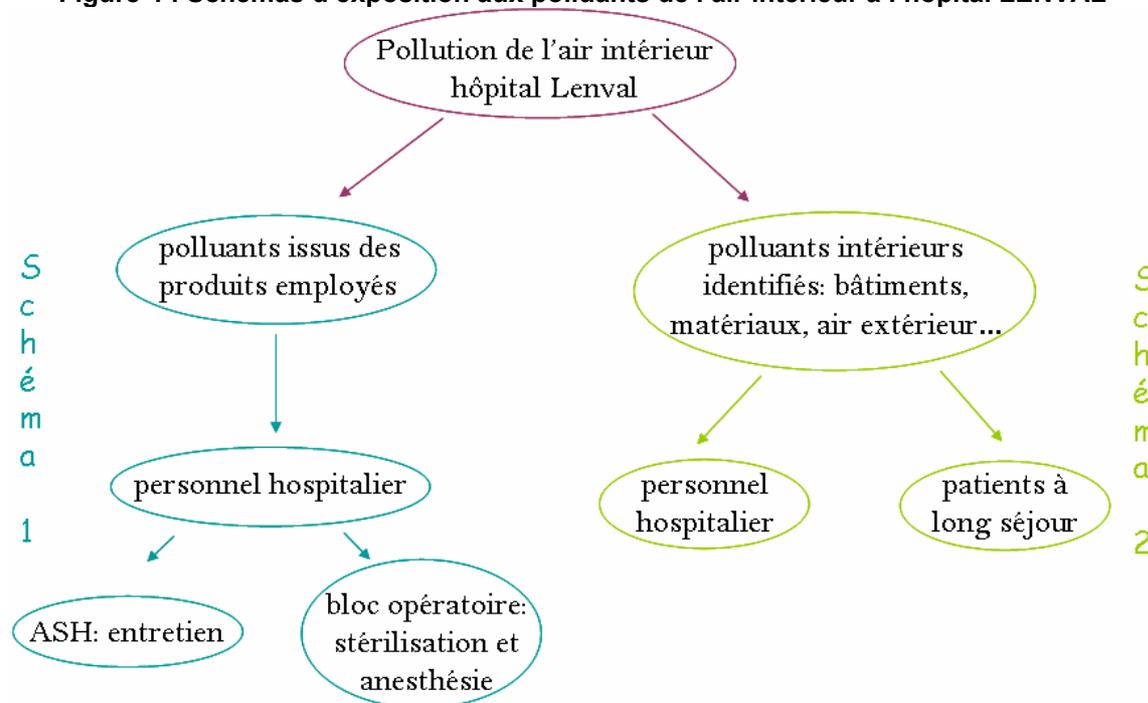
### 4.1 Pertinence et faisabilité d'une évaluation des risques sanitaires

Comme nous l'avons vu, l'hôpital est un établissement qui reçoit des populations variées - patients, personnels et visiteurs- et regroupent de nombreuses activités de soins mais aussi administratives. Ces personnes vont effectuer des parcours différents dans le même bâtiment. D'un côté, il s'agit de professionnels qui accomplissent leur carrière dans la structure hospitalière et de l'autre côté d'une population « de passage » dont les séjours sont de plus en plus courts. Il est vrai que ces dernières années, la réduction du séjour hospitalier liée aux nouvelles techniques médicales et aux nouveaux traitements antibiotiques ainsi que l'émergence de nouvelles modalités d'hospitalisation (création d'unité d'hospitalisation courte durée UHCD) sont des changements forts pour les établissements de santé. Le rapport d'activité 2005 de l'hôpital pédiatrique Lenval indique que les patients ont des durées de séjour dans les services de médecine et de chirurgie inférieures à 5 jours en moyenne. Le service de soins intensifs et de néonatalogie a des séjours moyens de 7 à 9 jours et celui de psychiatrie des séjours plus importants atteignant 26 jours en moyenne (Tableau 4).

Par ailleurs, des effets aigus, dus aux substances chimiques, peuvent apparaître suite à une exposition de courte durée en général à de fortes doses. Ils disparaissent très souvent spontanément quand cesse l'exposition. Des effets chroniques correspondant à des manifestations cliniques persistantes peuvent se développer lors d'une exposition prolongée à des doses plus faibles à long terme [42]. Dans le cas d'une pollution de l'air intérieur, c'est essentiellement la toxicité chronique par voie respiratoire qui est préoccupante. Suivant le polluant considéré, le niveau d'exposition et la population étudiée, les considérations de toxicité peuvent être différentes. Dans la partie 3.5, nous avons souligné que l'ensemble de l'établissement représente un environnement intérieur disposant d'un traitement d'air et de conditions d'hygiène supposés satisfaisants. Ainsi les visiteurs et les patients soignés sur une courte durée ne représentent pas une population « exposée ». ***La démarche d'ERS liés à la présence de polluants dans l'air intérieur semble se justifier uniquement au niveau du personnel de l'hôpital et des patients amenés à effectuer de longs séjours.*** Pour ces derniers, il sera important de présenter leur pathologie pour recenser les particularités éventuelles de cette population.

Une distinction entre l'exposition professionnelle due aux produits employés en milieu hospitalier (désinfectants, stérilisants, anesthésiants) et celle due aux polluants intérieurs liés à la structure hospitalière (matériaux de construction, revêtements...) est nécessaire. La première correspond à des sources ponctuelles de pollution et la seconde à des sources permanentes. Deux schémas d'exposition apparaissent et sont illustrés sur la Figure 4 suivante :

**Figure 4 : Schémas d'exposition aux polluants de l'air intérieur à l'hôpital LENVAL**



Environ une vingtaine de composés chimiques ont été décrite précédemment dans l'air intérieur hospitalier mais il est clair que le niveau d'exposition à chacun d'eux ne pourra être évalué voire même approché. En effet, les données françaises actuelles sont très limitées dans le domaine de la qualité de l'air intérieur et aucune campagne de mesures n'a été programmée dans un établissement de santé. Au vu du descriptif de la structure hospitalière et de son système de traitement d'air, les données relatives aux environnements intérieurs (habitat, immeubles de bureaux et établissements scolaires) ne peuvent être considérées comme une base de données satisfaisante pour estimer les concentrations d'exposition dans notre cas.

Les étapes ultimes de l'ERS permettant de caractériser le risque sont fortement compromises. Il paraît plus judicieux de rechercher une classification des polluants mis en évidence dans la structure hospitalière en fonction de critères précis qui feront ressortir ceux qui sont plus à même de poser des problèmes sanitaires.

Un classement hiérarchique des « polluants » les plus pertinents dans la problématique de la qualité de l'air intérieur a été effectué par l'OQAI en 2002 et complété en 2005 [43, 44]. La méthode retenue a été calquée sur une approche d'ERS. Elle est donc fondée sur des critères explicites tels que les effets néfastes pour la santé. De même, l'INRS a développé une méthode simplifiée de hiérarchisation des « risques potentiels » basée sur une démarche d'évaluation des risques professionnels [45]. Elle permet d'exploiter les informations restreintes des FDS et de l'étiquetage des produits dans le but d'établir des priorités en vue d'une politique de prévention.

Ces deux outils méthodologiques correspondent à nos deux schémas d'exposition qui différencient à la fois les composés chimiques présents et la population exposée et reposent sur des critères de santé publique.

## 4.2 Stratégie de hiérarchisation : application de la méthode d'évaluation des risques de l'INRS et de l'OQAI

L'évaluation des risques professionnels de l'INRS a été établie pour une exposition professionnelle à des substances chimiques ce qui correspond au schéma d'exposition 1. Mais cette méthodologie n'est pas applicable aux gaz anesthésiants. Les informations fournies par les laboratoires sur ces substances sont très spécifiques et ne permettent pas d'appliquer cette méthodologie d'évaluation des risques. Le schéma 2 se rapporte à l'exposition d'une population (personnel et patients de long séjour) à des polluants de l'air intérieur ce qui coïncide avec le travail de hiérarchisation de l'OQAI. Cette étude a déjà classé la majorité des composés décrits dans la partie 3.

### 4.2.1 Schéma 1 : personnel hospitalier d'entretien et du bloc opératoire

Afin d'évaluer le « risque chimique potentiel » en entreprise, la méthode proposée par l'INRS consiste à :

- identifier les dangers : propriétés toxicologiques, classification (phrases de risques)
- estimer l'exposition : quantités utilisées, fréquence d'utilisation
- évaluer le risque à l'aide des deux étapes précédentes.

Pour chacune de ces étapes, une classification a été établie : classe de danger, classe de fréquence d'utilisation, classe de quantité utilisée, classe d'exposition potentielle et classe de priorité qui sont présentées dans l'Annexe 9.

L'attribution des classes aux produits chimiques utilisés à Lenval, à l'exception des gaz anesthésiants, a permis de dresser le

Tableau 13. Les informations tirées des FDS et de l'étiquetage des produits Anios sont disponibles dans l'Annexe 10.

**Tableau 13 : Hiérarchisation des produits d'entretien et de stérilisation de l'hôpital Lenval suivant la méthodologie de l'INRS**

		Classe de danger	Classe de fréquence	Classe de quantité	Classe de priorité	indice de risque
entretien locaux	Surfanios	II	IV	IV	B	12
	Déterg'Anios	I	IV	IV	B	17
	Aniostéril D892	I	III	III	C	20
	Aniostéril DDN	I	III	III	C	20
	Anios Surface Haute	II	III	II	C	21
	Aniospray 29	I	III/I	II	C	24
stérilisation	Hexanios	II	IV	IV	B	12
	Poudre aniosyme DD1	II	IV	IV	B	12
	Anioxyde 1000	III	I	I	B	18

Cette hiérarchisation des produits chimiques utilisés par le personnel hospitalier prend en considération le potentiel dangereux de la substance en général et l'exposition à travers les informations de fréquence d'utilisation et de quantités utilisées. Aucune voie d'exposition n'est privilégiée et les conditions réelles liées aux pratiques professionnelles sont mises de côté. Les éléments apportés par cette méthode permettent uniquement d'avoir un premier regard sur le risque chimique potentiel de ces substances. Des recherches supplémentaires orientées sur une exposition aéroportée sont nécessaires pour répondre au mieux à la thématique de la qualité de l'air intérieur. Ces informations seront présentées ultérieurement (4.3.1A).

## 4.2.2 Schéma 2 : personnel et patients de long séjour

Parmi les composés cités dans le bilan sur la qualité de l'air dans l'établissement Lenval (Tableau 12), seule la fumée de tabac environnementale (FTE) n'a pas été incluse dans la hiérarchisation de l'OQAI.

La liste des paramètres de cette étude a initialement été fixée par les responsables de l'OQAI dans l'objectif de choisir les « polluants » les plus pertinents dans la problématique de la qualité de l'air intérieur.

La méthode proposée repose sur le calcul d'un indice de hiérarchisation (IH) composé de quatre sous indice prenant en compte la toxicité aiguë, la toxicité chronique, l'effet cancérigène liés à une exposition par voie respiratoire (excepté dans le cas des biocides dosés à la fois dans l'air et dans les poussières surfaciques auxquelles les individus sont exposés par voie orale) et enfin la fréquence à laquelle le polluant est retrouvé dans les habitats. Ces critères de classification coïncident avec nos attentes car nous ne disposons d'aucune information sur l'exposition spécifique au milieu hospitalier.

L'évaluation des critères précédents pour la FTE permettrait de l'insérer dans ce classement mais il s'agit d'un mélange complexe de milliers de composés gazeux et particulaires dont certains sont déjà intégrés dans le classement. De plus, il faut remarquer qu'en milieu hospitalier l'interdiction de fumer rend les émissions intérieures presque inexistantes. Le transport des résidus de fumée sur les vêtements correspond plus à notre contexte et reste très peu étudié. Le contaminant « particules respirables » représenté par le paramètre PM<sub>10</sub> peut être considéré comme le paramètre prenant en compte la fumée secondaire pour l'air intérieur hospitalier.

Le Tableau 14 présente le classement des substances décrites dans l'air intérieur de l'établissement donné par la méthode de hiérarchisation de l'OQAI.

**Tableau 14 : Classement de l'OQAI des contaminants décrits dans l'air intérieur de l'hôpital Lenval**

	IH	GH		IH	GH
<b>formaldéhyde</b>	19	A	<b>xylènes</b>	9	C
<b>benzène</b>	17	A	<b>triméthylbenzène</b>	8	C
<b>acétaldéhyde</b>	16	A	<b>diéthylphtalate DEP</b>	7	C
<b>PM10</b>	16	A	<b>dibutylphtalate DnBP</b>	7	C
<b>dioxyde d'azote NO<sub>2</sub></b>	13	B	<b>fibre minérale artificielle FMA</b>	6	C
<b>toluène</b>	12	B	<b>styrène</b>	5	C

IH : Indice de hiérarchisation

GH : Groupe de hiérarchisation, A hautement prioritaires ; B très prioritaires ; C prioritaires ; D non prioritaires ; I inclassables

Quatre des douze contaminants de l'air sont considérés comme hautement prioritaires : le formaldéhyde, le benzène, l'acétaldéhyde et les particules respirables. La moitié de nos polluants sont rangés dans la catégorie prioritaire (C) et aucun ne correspond au groupe non prioritaire ou inclassable.

## 4.3 Déroulement des étapes de la démarche d'évaluation des risques sanitaires

A défaut d'apporter toutes les réponses, la démarche d'ERS peut permettre d'explicitier et de réduire l'incertitude d'une thématique de santé environnementale. Elle peut aussi servir à repérer le manque de connaissances pour définir des priorités d'action et de recherche.

Cette méthodologie a été établie pour des substances chimiques considérées individuellement alors que la majorité des problématiques de santé environnementale s'intéresse à un ensemble de substance. La hiérarchisation des substances identifiées dans l'air intérieur est une étape préliminaire importante qui permet à l'évaluateur de mieux cibler les priorités. Les quatre étapes théoriques vont être abordées pour faire l'état des connaissances actuelles.

#### **4.3.1 Identification des dangers et synthèse des VTR**

Une recherche systématique des connaissances toxicologiques liées à une exposition par voie respiratoire de courte ou de longue durée a été réalisée dans les différentes bases de données internationales et nationales : ATSDR, Toxnet, INRS, INERIS, CIRC, WHO. Concernant le cas particulier des biocides utilisés dans les produits d'entretien, les expositions par voie respiratoire et par voie orale ont été simultanément prises en compte. La même recherche a été effectuée pour les valeurs toxicologiques de référence (VTR) qui établissent la relation entre une dose externe d'exposition à une substance et la survenue d'un effet toxique chez l'homme. Les effets à seuil où la VTR correspond à la dose sans effet néfaste observé (NOAEL) sont distingués des effets sans seuil de type cancérogène où la VTR correspond à un risque jugé acceptable.

Des tableaux synthétisant les informations relatives aux différents composés chimiques sont présentés dans l'Annexe 11 : Le métabolisme, les symptômes liés à une exposition à court et long terme et les effets cancérogènes renseignés.

##### **A) Schéma d'exposition 1**

Les informations fournies par les FDS sont très restreintes pour les produits d'entretien. Des renseignements supplémentaires ont été trouvés pour les constituants pris à part dans la base de données toxicologiques de l'INRS, Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles. Les molécules biocides sont dans l'ensemble des irritants pour les yeux, le nez, la gorge et les muqueuses respiratoires lorsqu'ils sont inhalés à taux élevé, lors d'exposition accidentelle par exemple. Mais ces observations sont spécifiques au milieu industriel où des solutions concentrées sont fabriquées ou utilisées. Il est donc difficile d'extrapoler ces expériences industrielles à celles du milieu hospitalier.

En 2000, l'INRS a décrit l'asthme professionnel dû aux désinfectants employés en milieu hospitalier [46]. Il en ressort que les composés des désinfectants : les ammoniums quaternaires, les alkyles amines et les complexes enzymatiques semblent responsables de la survenue d'asthme professionnel lors d'exposition par pulvérisation. Leurs mécanismes d'action sont néanmoins incertains et leur prévalence est assez faible car seuls quelques cas ont été observés sur une dizaine d'années.

Aucun de ces composés n'est considéré comme cancérogène pour l'homme ou l'animal par voie respiratoire et orale pour les tests pratiqués. Les instances internationales spécialisées n'ont défini aucune VTR pour ces substances.

Les effets des gaz anesthésiants par inhalation font largement partie des fiches descriptives du fournisseur Baxter car ils sont administrés au patient par cette voie. Ces fiches permettent de rendre compte de la toxicité du composé et d'apporter les consignes d'utilisation (posologie, indications, contre indications, effets secondaires...). La toxicité des gaz halogénés est difficilement dissociable de celle du protoxyde d'azote car ces composés sont associés lors d'une anesthésie. Leurs effets sur les fonctions vitales sont reconnus, ils sont tous des dépresseurs respiratoires et plus ou moins dépresseurs cardio-vasculaires. C'est pourquoi les posologies doivent être respectées et l'état clinique du patient doit être contrôlé. Les effets secondaires sont les nausées, les vomissements, les troubles de la concentration, les maux de gorge. Ces effets sont légers et ont une durée habituelle de moins de 48 heures.

Le service *Prévention des risques professionnels* de la caisse d'assurance maladies d'Iles de France (CRAM IdF) a étudié l'exposition chronique à faible dose aux gaz anesthésiants  
Marion KEIRSBULCK - Mémoire de l'École Nationale de la Santé Publique – 2006

pour le personnel de bloc opératoire [30]. Les différentes études épidémiologiques sur les professions de soins (chirurgie, dentaire, vétérinaire) et les expérimentations sur les animaux ont été reprises. Des troubles psychiques ainsi qu'une augmentation du risque d'avortement spontané ont été décrits chez le personnel de soins. Les études menées sur les animaux de laboratoire ont montré un effet reprotoxique, foetotoxique et tératogène du protoxyde d'azote.

Le CIRC a déclaré en 1987 que les preuves étaient insuffisantes pour l'effet cancérigène du protoxyde d'azote chez l'homme. Quant aux halogénés, l'existence du risque a été écarté. De même que pour les produits d'entretien, aucune VTR n'est disponible dans la littérature.

## B) Schéma d'exposition 2

Les différentes bases de données fournissent de nombreux renseignements sur les composés décrits dans l'air intérieur.

La majorité des études qui évaluent les effets sur la santé humaine dus à l'exposition par voie respiratoire concernent des observations faites en milieu professionnel.

L'irritation des voies aériennes supérieures\* est mentionnée pour la plupart des composés. Des effets neurologiques, respiratoires/pulmonaires et cardiovasculaires sont aussi possibles. Le lien entre l'exposition et l'apparition des symptômes cancérigènes ou sur le développement et la reproduction sont difficilement établis chez l'homme. Il est couramment mentionné des facteurs limitants tels que le manque de données sur l'exposition, la possibilité d'expositions multiples, ainsi que le faible nombre de personnes considérées pour les études épidémiologiques.

Le degré de preuve est un facteur fondamental déterminant l'état des connaissances pour une substance et l'existence de VTR. Le Tableau 15 montre le niveau d'information disponible provenant des différentes bases de données interrogées pour chacun des composés décrit dans l'air intérieur.

**Tableau 15 : Niveau d'information disponible pour les composés décrits dans l'air intérieur de l'hôpital suivant le classement de hiérarchisation proposé par l'OQAI**

	GH	cancer CIRC/US EPA	VTR aiguë	VTR chronique
<b>formaldéhyde</b>	A	1/B1	+	+
<b>benzène</b>	A	1/A	+	+
<b>acétaldéhyde</b>	A	B/B2	+	+
<b>PM10</b>	A	nc	+	+
<b>dioxyde d'azote</b>	B	nc	+	+
<b>toluène</b>	B	3/nc	+	+
<b>xylènes</b>	C	3/D	+	+
<b>triméthylbenzène</b>	C	nc	0	0
<b>DEP</b>	C	nc/D	+	+
<b>Dibutylphthalate</b>	C	nc/D	+	+
<b>FMA</b>	C	3-2B <sup>#</sup> /B2 <sup>#</sup>	0	+
<b>styrène</b>	C	2B/C	+	+

GH : Groupe de Hiérarchisation

nc : non classé

<sup>#</sup> : Classement pour les fibres céramiques réfractaires

Information sur les VTR : « + » = au moins une VTR est disponible ;

« 0 » = pas de VTR disponible.

On remarque que les trois premiers composés « hautement prioritaires » ont les niveaux d'information les plus élevés. Le niveau de connaissance pour les VTR est assez homogène, contrairement aux effets cancérigènes qui sont assez hétérogènes.

Globalement la hiérarchisation de chaque agent dangereux est assez dépendante du niveau de connaissance. Les quelques exceptions comme le 1,2,4 triméthylbenzène ou le styrène rendent compte respectivement de l'absence de connaissances et du faible niveau exposition.

#### **4.3.2 Estimation de l'exposition**

Cette troisième étape, contrairement aux deux précédentes, se situe dans un contexte local. Elle doit permettre d'identifier les populations exposées, les voies d'exposition et enfin, les durées et les niveaux d'exposition. La connaissance du comportement et de la forme chimique des polluants dans l'environnement sont des éléments importants. Le milieu étudié est l'air intérieur. La majorité des études souligne la variabilité interindividuelle de la susceptibilité aux polluants de l'air intérieur comme le formaldéhyde [23]. Il semblerait que pour certains sujets sensibles, notamment les enfants, les apparitions de symptômes respiratoires soient favorisées suite à des expositions à ce produit.

##### **A) Les voies d'exposition**

Dans un premier temps, les deux schémas d'exposition distinguent les polluants issus d'activités d'hygiène et ceux issus des caractéristiques intérieures du bâtiment et de l'air extérieur. Ces deux catégories de polluants différencient des natures chimiques et donc des comportements différents dans l'environnement. Ce bilan permet d'étudier les voies d'exposition significatives de cette étude.

Les produits d'entretien sont des liquides incolores qui peuvent être utilisés par pulvérisation ce qui peut entraîner une exposition par inhalation. La voie cutanée n'est pas pertinente en termes d'exposition pour le personnel en raison des précautions de manipulation des produits (gants). Pour les gaz anesthésiques, la seule voie d'exposition est la voie respiratoire.

Pour les polluants issus des matériaux de construction et de l'air extérieur, ce sont principalement des composés volatils très réactifs dans l'atmosphère (extérieur) à l'exception des deux phtalates issus des revêtements PVC. Ces derniers ont tendance à se déposer sur les surfaces ou s'adsorber sur les particules de poussières. Les sources de pollution pour chacun d'eux sont nombreuses et variées dans l'air extérieur et intérieur. Suivant leur coefficient eau/octanol, ils peuvent être accumulés par les organismes aquatiques. La bio accumulation dans la chaîne alimentaire terrestre est mentionnée pour l'acétaldéhyde et le benzène (plantes), pour les autres composés aucune donnée n'est disponible. Mais en général, il est conclu que l'exposition par l'alimentation est faible donc cette voie d'exposition est négligée par rapport à l'inhalation.

Depuis peu, la voie d'exposition par les poussières du sol est prise en compte dans les évaluations des risques. Elle concerne particulièrement les jeunes enfants qui peuvent ingérer des particules du sol par leur comportement mais les enfants hospitalisés peuvent être considérés comme immobilisés dans leur lit sauf pour les services de psychiatrie.

Une seule voie d'exposition semble significative pour étudier les risques sanitaires liés à l'exposition aux polluants de l'air intérieur, la voie respiratoire. Il ne faut pas écarter l'air extérieur comme source d'exposition pour certains des polluants étudiés.

##### **B) La population exposée**

###### **a) Le personnel**

Le personnel temps plein de l'hôpital est au nombre de 495,11. La durée légale hebdomadaire du travail a été fixée à 35 heures par la loi du 13 juin 1998. Dans un établissement hospitalier, le temps de travail du personnel de soins est organisé sur la base de 70 heures sur deux semaines. Les jours de repos hebdomadaires sont au

nombre de deux ou de quatre par période de deux semaines dont deux jours consécutifs « obligatoires », sauf nécessité de service. Chaque salarié a le droit à trente jours ouvrables de congés annuels pour une année de travail.

Les horaires journaliers sont établis en fonction du poste occupé. Ils peuvent être fixes ou variables selon le service. Un roulement au niveau des tranches horaires est effectué pour chaque poste, des plannings mensuels sont établis par les cadres de santé. Certaines personnes ne travaillent que de nuit pour les postes de cadre de santé et IDE/PDE/AP. Dans l'ensemble, de lourdes journées de travail ou des horaires décalés ou irréguliers sont facteurs de fatigue [47], facteur de vulnérabilité non négligeable. Le Tableau 16 présente les tranches horaires de service des différents postes de soins :

**Tableau 16 : Horaires de travail des différents agents de soins pour certains services**

Service	Surveillante	IBODE	IADE	AP	ASH	Agent stérilisation
<b>BLOC</b>	7h30-15h30	7h30-14h50 8h-15h20 8h30-15h50 12h30-19h50	7h30-14h50 8h30-15h50 12h30-19h50	8h20-15h50	9h-16h20 12h40-20h	6h30-13h50 13h-20h30 13h40-21h 11h-18h30

Service	poste	horaire	
<b>Hospitalisation Temps Plein</b>	ASH	6h30-14h30 13h30-21h30 8h-16h	
	IDE/ PDE AP	jour 6h15-14h15 14h-22h	nuit 21h45-6h15
	cadre de santé	8h15-18h	nuit 21h45-6h15
<b>Hospitalisation de jour</b>	ASH	9h-17h 12h-20h	
	IDE/ PDE AP	6h15-14h15 10h-18h	
	cadre de santé	8h15-18h	
<b>Hospitalisation de jour conventionnel</b>	IDE/PDE AP	7h15-16h	
<b>Consultation</b>	IDE/PDE	8h-16h	

Le personnel administratif et logistique est présent en journée et est soumis à la durée légale du travail fixée à 35 heures hebdomadaires. Ils sont nombreux à pratiquer une semaine standard de cinq jours consécutifs avec horaires diurnes réguliers (8 heures de présence dans le bâtiment en comptant la pause déjeuner).

Des astreintes sont mises en place pour le service technique et de ressources humaines pour une intervention 24h/24 et 7j/7 correspondant aux heures ouvrables de l'établissement.

Globalement, les employés passent 8h par jour dans l'établissement cinq jours sur sept. La réduction du temps de travail (RTT) a principalement consisté en l'attribution de demi-journées ou journées de congés par mois et non en la réorganisation des horaires journaliers.

L'emploi du temps des français sur une journée moyenne permet de rendre compte du temps passé en intérieur dans différents microenvironnement et en extérieur. Il est scindé en quatre temps [47]: le temps « physiologique » consacré à dormir, se laver, manger, etc.; le temps de travail professionnel; le temps domestique concernant le ménage, la lessive, les courses, etc. et le temps des loisirs qui comprend les promenades, la télévision, la pratique d'un sport, lecture, etc.

Le calcul d'une journée moyenne sur l'année 1999 a été effectué par l'INSEE à l'aide des données de l'enquête *Emploi du temps 1998-1999* (celle-ci ne rendant pas compte des

premiers effets des lois sur la RTT). L'étude de Dumontier *et al.* [47] montre que la RTT n'a pas apportée de bouleversement dans la répartition des tâches domestiques entre hommes et femmes. La tendance dégagée est plus de temps pour les enfants, le repos, le bricolage et le jardinage. Nous avons adapté les données de l'INSEE en tenant compte de la nouvelle situation pour les hommes et les femmes (Tableau 17).

**Tableau 17 : Une journée moyenne des femmes et hommes actifs travaillant 35 heures**

	Femmes active	Hommes actif
<b>temps professionnel</b>	5h00	5h00
<b>temps physiologique</b>	11h35	11h22
<b>temps domestique</b>	3h48	1h59
<b>temps libre</b>	3h03	5h06
<b>transport</b>	0h34	0h33

Le temps passé à l'extérieur est compté dans le temps libre, il est en moyenne de 1h30 (expofact US EPA). Il est variable suivant la saison hiver-été mais très inférieur au temps passé dans les milieux intérieurs. En France, la population passe la majeure partie de son temps au domicile (physiologique + domestique + une activité de loisir).

Il pourrait être intéressant de rechercher les budgets espace temps (BET) au niveau départemental voir régional car Nice est une ville ensoleillée en bord de mer et proche des montagnes certainement favorable aux activités extérieures pendant la semaine et surtout le weekend.

#### **b) Les patients à long séjour**

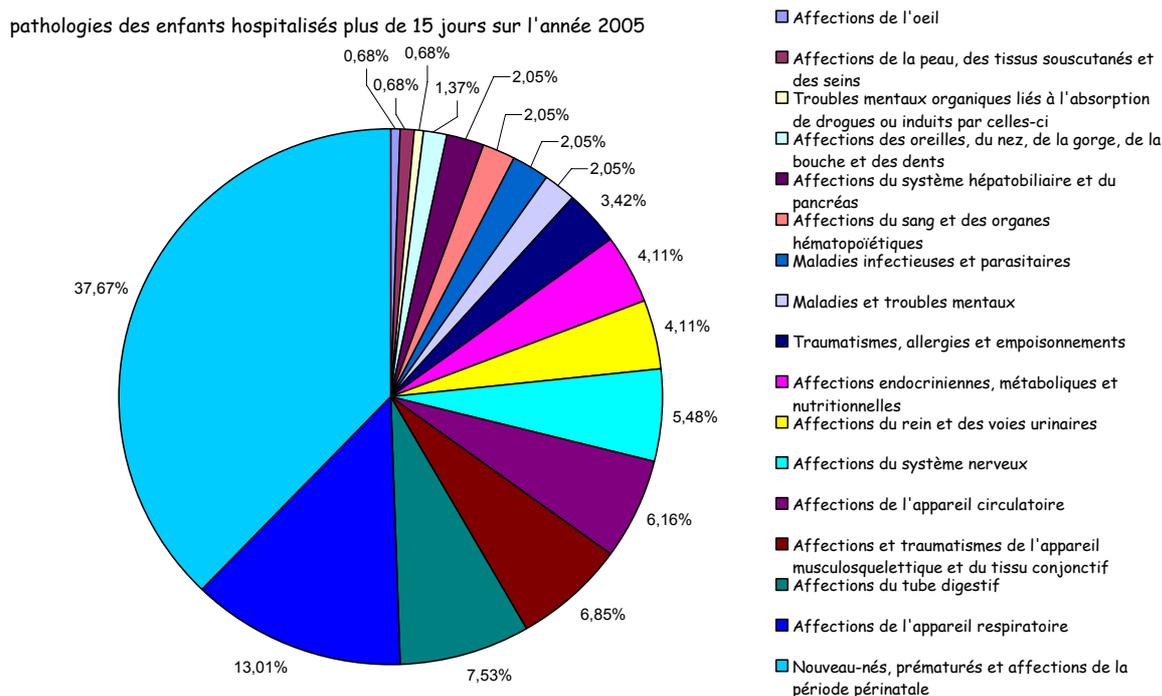
Le BET des patients hospitalisés sur de longue période est beaucoup plus facile à établir, ils sont présents 24h/24 dans les locaux de l'hôpital et principalement dans leur chambre.

Il est intéressant de présenter la pathologie d'hospitalisation dans les services de médecine et de chirurgie afin d'observer la vulnérabilité potentielle de cette population. Cette recherche au niveau des services de psychiatrie est peu pertinente car les patients présentent principalement des troubles psychologiques et mentaux.

Une analyse statistique a été réalisée par le service de la Direction d'Information Médicale (DIM) sur le critère de long séjour fixé à plus de 15 jours d'hospitalisation suivant les catégories majeures de diagnostic\* et groupes homogènes de malades\* (PMSI). Ce critère de long séjour est arbitraire mais suit les considérations de l'ATSDR spécialisée dans les données toxicologiques. A savoir, une exposition aiguë correspond à une durée d'exposition inférieure à 15 jours. La Figure 5 représente la répartition des pathologies (catégories majeures de diagnostic) pour les 146 patients hospitalisés plus de 15 jours en 2005.

Plus de 35% des patients sont des nouveau-nés, prématurés âgés de moins de 28 jours puis 13,01% des patients sont soignés pour des affections de l'appareil respiratoire. Ces deux catégories correspondent à des états de santé fragiles au niveau des problématiques de pollution de l'air. Il faut noter que la première catégorie est dans des incubateurs fermés tout le long de son séjour.

**Figure 5 : Répartition par catégorie majeure de diagnostic pour des séjours de plus de 15 jours dans les services d'hospitalisation de LENVAL sur l'année 2005**



### C) Les teneurs dans l'air intérieur

La mesure des « expositions » est confrontée à de multiples difficultés, les polluants sont nombreux et de natures diverses. Ils peuvent être retrouvés dans les environnements intérieurs, en faibles quantités à des niveaux variables dans le temps et dans l'espace influencés par les conditions environnementales (pH, température et autres caractéristiques).

La préparation de campagne de mesure est un processus long et complexe qui nécessite des études préalables utilisant des données internationales et nationales récentes et sur la méthodologie (mesures directes ou indirectes). La représentativité spatiotemporelle des résultats par rapport au milieu contaminé est une exigence forte.

### D) Les scénarios d'exposition

Certaines hypothèses sur les comportements des populations doivent être faites pour prendre en compte la variabilité interindividuelle. L'élaboration de différents scénarios d'exposition sert à prendre en compte les paramètres individuels et environnementaux.

Les deux schémas d'exposition décrits précédemment renseignent sur le type d'exposition possible dans le bâtiment Lenval et sur les différentes catégories de personnes « exposées ». Les scénarios d'exposition de cette étude découlent de ces deux schémas :

- scénario 1 : inhalation d'aérosols issus des produits entretien par le personnel
- scénario 2 : inhalation des gaz anesthésiants par le personnel du bloc opératoire
- scénario 3 : inhalation de polluants issus matériaux et air extérieur par le personnel
- scénario 4 : inhalation de polluants issus matériaux et air extérieur par les patients

#### 4.3.3 La caractérisation du risque : niveaux d'expositions critiques

La quantification de l'exposition nécessite des données françaises exhaustives et représentatives. Elle permet de calculer une dose journalière d'exposition (DJE)

correspondant à la concentration moyenne inhalée (CI). Les risques systémique et cancérigène peuvent ensuite être quantifiés respectivement par un quotient de danger (QD) et un excès de risque individuel (ERI). Leur traduction en termes plus concrets est dépendante du choix du risque acceptable. Il est considéré comme seuil d'acceptabilité : le QD inférieur à 1 et l'ERI inférieur à  $10^{-5}$  [48].

Lorsque le QD est supérieur à 1, des effets sont susceptibles de se produire parmi la population exposée. L'ERI représente la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, qui rapportée à l'effectif de la population exposée, permet d'estimer l'impact (le nombre de cas en excès attribuable à une exposition).

La notion de risque critique est aussi utilisable si les données d'exposition ne sont pas satisfaisantes. Elle correspond à la recherche des teneurs en polluants critiques à partir desquelles le quotient de danger vaut 1 ou l'excès de risque individuel vaut  $10^{-6}$  (seuil d'acceptabilité). La discussion pourra alors porter sur la vraisemblance des concentrations critiques dans l'air intérieur de l'hôpital.

#### **4.4 Discussion**

Nous avons utilisé la démarche d'ERS pour dresser un bilan des certitudes, des incertitudes ou des lacunes sur une thématique précise de santé environnementale.

Nous avons remarqué que les informations sur les produits d'entretien, de désinfection, de stérilisation et sur les matériaux de construction sont restreintes et difficiles à exploiter. Ceci en partie du à la nécessité de conserver le secret de fabrication pour les entreprises. En conséquence, les caractéristiques toxicologiques ou environnementales de ces produits nécessaires à l'ERS ne sont pas bien connues et nécessite des recherches scientifiques spécifiques.

L'estimation de l'exposition des populations attribuable à un seul microenvironnement est reconnue comme l'étape la plus délicate de l'ERS. L'évaluation de l'exposition individuelle à l'aide de mesures indirectes, la plus utilisée à l'heure actuelle, est controversée. De nombreux facteurs sont à considérer afin de pouvoir l'évaluer avec confiance. Les modalités d'échantillonnage des polluants, la nature du polluant, le type d'individu et son budget espace-temps-activités sont autant de facteurs sur lesquels doit porter l'exploitation des résultats. Une autre difficulté de l'estimation de l'exposition vient de la multiplicité des sources de pollution. Le nombre élevé de polluants et de lieux fréquentés engendre des possibilités d'expositions multiples (mélange de polluants) et des niveaux d'exposition variés.

Mais quelque soit la précision obtenue dans une ERS, la quantification du risque se fait polluant par polluant donc les co-expositions ne sont pas réellement prises en compte. Dans le cas concret de ce mémoire, l'estimation de l'exposition est surtout limitant car aucune donnée n'était disponible. Une des priorités de recherche au niveau de la qualité de l'air intérieur est le développement des campagnes de mesures pour améliorer les connaissances et les méthodologies de mesures dans différents environnements intérieurs dont l'hôpital.



## Conclusion

La structure et l'organisation du bâtiment, les matériaux intérieurs synthétiques, le système de traitement d'air intégral, l'implantation en zone urbaine sont autant de points mis en évidence dans ce mémoire pour souligner les caractéristiques d'une structure hospitalière « moderne » telle que l'hôpital Lenval.

Les polluants communément décrits dans les environnements intérieurs sont susceptibles d'être présents dans cette enceinte mais les niveaux d'exposition sont inconnus. Les matériaux de construction et de revêtement sont actuellement étudiés dans l'objectif de répondre à l'action prioritaire 15 du PNSE qui est de mettre en place un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction. Pour les établissements de santé, il serait important de disposer de critères de choix sur les caractéristiques de faibles émissions mais aussi de résistances liées aux pratiques d'hygiène hospitalière. Les alternatives aux revêtements PVC sont peu connues et mériteraient d'être investiguées.

Les activités intérieures comme l'entretien des locaux, la stérilisation et l'anesthésie, bien qu'indispensable pour la protection des patients, sont des sources de polluants chimiques spécifiques au milieu hospitalier dépendant du comportement des usagers. L'état des connaissances sur leur toxicité et leur niveau d'exposition est encore limité. Les recherches scientifiques sont à pousser dans ce sens pour mieux appréhender les risques physico-chimiques. Il faut remarquer que les substances décrites dans les différents produits ont énormément évolué ces dernières années. Les fabricants tendent vers une réduction voire une élimination des substances les plus dangereuses (aldéhydes, COV).

Les moyens d'action classiques proposés pour améliorer la qualité de l'air intérieur sont une ventilation correcte et la réduction à la source des polluants. L'établissement de santé Lenval dispose d'une ventilation mécanique de l'air dans tout le bâtiment. Un fonctionnement irréprochable de l'installation de traitement d'air est indispensable pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur. Un diagnostic du fonctionnement de ces installations au sein même des différents locaux serait intéressant pour disposer des conditions réelles de fonctionnement : taux de renouvellement, débit d'air soufflé et extrait dans toutes les pièces.

Il est clair que la thématique de la qualité de l'air intérieur est toujours au stade de collecte ou de recherche des données nécessaires à l'évaluation et la gestion des risques en termes de santé publique. Ce mémoire s'est inscrit dans ce cadre pour effectuer un état des lieux des informations disponibles pour un établissement de santé.

Il faut quand même noter que les appareils à combustion (chauffage, poêle à gaz) et le tabagisme, reconnus comme des sources majeures de pollution de l'air dans les microenvironnements, ne sont pas présentes dans les hôpitaux.



---

## Bibliographie

---

1. Botti P. *Hygiène Hospitalière*. Collection Azay, 1997. Chapitre 6, Architecture Hospitalière, pp. 455-479
2. COTEREHOS, *Hygiène et architecture dans les établissements de santé. Aide à la conception et à la rénovation des unités de soins* [en ligne], DRASS Rhône-Alpes, avril 1997 [consulté le 6 juin 2006]. 59 p. Disponible sur internet : <<http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Architecture/arccoter.pdf>>
3. CNEH, *Les secteurs opératoires. Conception, organisation et choix techniques*. Numéro spécial Technologie et Santé. 1995, 21.
4. CCLIN-Sud-Ouest. *Hygiène et néonatalogie* [en ligne]. 1997 [consulté le 8 juin 2006]. 17 p. Disponible sur internet: <<http://www.cclin-sudouest.com/recopdf/neonatp.pdf>>
5. Carlet, J., *Hygiène Hospitalière*. Collection Azay, 1997. Chapitre 1 Politique nationale de prévention et de lutte, pp. 149-152
6. DHOS, *Sécurité Sanitaire dans les établissements de santé. Réglementation applicable* [en ligne]. Ministère de la santé et des solidarités, 5<sup>ème</sup> édition, juin 2005 [consulté le 6 juin 2006]. Disponible sur internet: <[http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/secu\\_sanit5/secusan\\_v5.pdf](http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/secu_sanit5/secusan_v5.pdf)>
7. CCLIN-Sud-Ouest. *Entretien des locaux des établissements de soins* [en ligne]. 1998 [consulté le 8 juin 2006]. Disponible sur internet: <[http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Desinfection/entloc\\_V2.pdf](http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Desinfection/entloc_V2.pdf)>
8. DGS/DHOS-CTIN, *Désinfection des dispositifs médicaux en Anesthésie et en Réanimation* [en ligne]. Ministère de la santé de la famille et des personnes handicapées, septembre 2003 [consulté le 8 juin 2006]. Disponible sur internet: <[http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Desinfection/anest\\_rea2003.pdf](http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Desinfection/anest_rea2003.pdf)>
9. Ministère-de-la-Santé, *Réseau d'échange en Santé Environnementale*. Thématique Air intérieur. Réglementation milieu hospitalier.
10. Dugeon S. *Impacts des systèmes de traitement d'air sur la protection des patients, application aux services de grands brûlés*. Mémoire IGS ENSP, 2002. 103 p.
11. Diulius D., *Elaboration d'un protocole de surveillance de la qualité de l'air dans les blocs opératoires des hôpitaux de Toulouse*. Mémoire IGS ENSP, 2003. 82 p.
12. UNICLIMA, *Guide du traitement d'air en milieu hospitalier*. Les guides pratiques d'UNICLIMA, édition SEPAR. 1991.
13. Québec, *La qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux* [en ligne]. Corporation d'hébergement du Québec (CHQ), février 2005 [consulté le 20 avril 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/publRSST/RG-410.pdf>>
14. DGS/DHOS/CTIN, *Surveillance microbiologique de l'environnement dans les établissements de santé. Air, eaux et surfaces* [en ligne]. Ministère de la santé de la famille et des personnes handicapées, 2002 [consulté le 20 avril 2006]. Disponible sur internet: <<http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Environnement/recofin.pdf>>
15. CCLIN-Sud-Est, *Vigilance environnementale, Contrôles microbiologiques de l'environnement hospitalier* [en ligne]. Hygiènes, 2000 [consulté le 20 juin 2006]. 8: pp. 139-179. Disponible sur internet: <<http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Environnement/vigenvSE.pdf>>

16. Mereghetti L., *Hygiène Hospitalière*. Collection Azay, 1997. Chapitre 4 Surveillance et contrôle de l'environnement hospitalier, pp. 337-347.
17. Mandin C. et Maupetit F., *Emissions dans l'environnement intérieur par les produits de consommation et les matériaux*. Pollution Atmosphérique, 2005. **18**, pp. 171-180.
18. Mosqueron L. et Nedellec V., *Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments* [en ligne]. OQAI, 2001 [consulté le 20 avril 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.air-interieur.org/documents>>
19. Mosqueron L. et Nedellec V., *Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments: actualisation des données sur la période 2001-2004*, en ligne]. OQAI, 2004 [consulté le 20 avril 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.air-interieur.org/documents>>
20. AFNOR, *Norme XP X 43-401: Audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels, Bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires*, Recueil Environnement Tome 2 Qualité de l'air Air ambiant et air intérieur. 1999, pp. 409-425.
21. Kessler K., *Dégradation des matériaux plastiques*. AXA Art Conservation Project, 2003.
22. Rudel R.A. et al., *Phthalates, Alkylphenols, Pesticides, Polybrominated, Diphenyl Esters, and other Endocrine-Disrupting Compounds in Indoor Air and Dust*. Environmental Science & Technology, 2003, **37**(20), pp. 4543-4553.
23. Mandin C., *Exposition de la population française au bruit de fond du formaldéhyde et risques sanitaires associés* [en ligne], INERIS, 2004 [consulté le 3 juillet 2006]. Disponible sur internet : <[www.ineris.fr/index.php?module=doc&action=getFile&id=208](http://www.ineris.fr/index.php?module=doc&action=getFile&id=208)>
24. Jédor B., *Qualité de l'air intérieur dans les écoles maternelles et primaires: Spécificités de la problématique et implications en termes d'évaluation et de gestion des risques sanitaires*, Mémoire IGS ENSP, 2005. 81 p.
25. CHU-Brest. *Les composés organiques volatiles COV* [en ligne]. Santé/Pollution [mise à jour le 8 août 2006]. < [http://www.chu-brest.fr/actualites/index\\_gen.php](http://www.chu-brest.fr/actualites/index_gen.php)>
26. CSHPF-CTIN, *Guide des bonnes pratiques de désinfection des dispositifs médicaux* [en ligne]. Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 1998 [consulté le 8 juin 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/nosoco/nosoco3-1-2.html>>
27. Nazaroff, W.W. and C.J. Weschler, *Cleaning Products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants*. Atmospheric Environment, 2004, **38**, pp. 2841-2865.
28. Afssaps, *Rapport du contrôle du marché des désinfectants à base d'acide péracétique pour la désinfection manuelle des dispositifs médicaux thermosensibles* [en ligne]. 2004 [consulté le 8 juin 2006]. Disponible sur internet: < <http://agmed.sante.gouv.fr/htm/1/grtrav/atnc/rapt0404.pdf>>
29. CCLIN-Sud-Est, *Acide péracétique: activités et usages en établissements de santé* [en ligne]. 2005 [consulté le 8 juin 2006]. Disponible sur internet: <<http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Desinfection/APAFinal.pdf>>
30. CRAMIF, *Guide pour prévenir les expositions professionnelles aux gaz et vapeurs anesthésiques* [en ligne]. Assurance Maladie Sécurité Sociale, 1998 [consulté le 28 juillet 2006]. Disponible en ligne: <<http://www.cramif.fr/pdf/th2/prev/dte101.pdf>>
31. Deadman J-E. et al., *Evaluation et contrôle de l'exposition professionnelle aux vapeurs et gaz anesthésiants en milieu hospitalier au Québec* [en ligne]. IRSST, 1984 [consulté le 28 juillet 2006]. Disponible sur internet: <[www.irsst.qc.ca/fr/\\_publicationirsst\\_107.html](http://www.irsst.qc.ca/fr/_publicationirsst_107.html)>
32. Malmgren-Hansen B. et al., *Emission and evaluation of chemical substances from selected electrical and electronic products* [en ligne]. Danish Technological Institute, Survey of

- chemical substances in consumer products, 2003 [consulté le 13 juin 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.mst.dk/chemi/01080000.htm>>
33. CSTB, LHVP et ADEME, *Etude expérimentale des conditions de transfert de la pollution atmosphérique d'origine locale à l'intérieur des bâtiments d'habitation* [en ligne]. Document OQAI, 2001 [consulté le 15 juin 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.air-interieur.org/documents>>
  34. Abadie, M., *Contribution à l'étude de la pollution particulaire: rôle des parois, rôle de la ventilation*, Université de la Rochelle, GENIE CIVIL ET SCIENCES DE L'HABITAT, 2000. 199 p.
  35. INRS, *Particules ultrafines et santé au travail. Caractéristiques et effets potentiels sur la santé*. Hygiène et sécurité du travail, 2005, **199**, pp. 21-35.
  36. Mandin C. et Kirchner S., *Qualité de l'air dans les écoles, ventilation et santé*. Pollution Atmosphérique, 2005. **185**: pp. 59-68.
  37. Saude I. et al., *Etude comparative de la qualité de l'air intérieur d'un immeuble climatisé et d'un immeuble à ventilation naturelle*. Pollution Atmosphérique, 2005. **186**: pp. 30-40.
  38. Verdun-Esquer C. et al., *Pathologie en rapport avec les produits désinfectants et détergents en milieu hospitalier*. ARCHIVES DES MALADIES PROFESSIONNELLES ET DE MEDECINE DU TRAVAIL, 2000, **61**(8), pp. 588-596.
  39. Sorensen D.N. et Weschler C.J., *Modeling gaze phase reactions in indoor environments using computational fluid dynamics*. Atmospheric Environment, 2002. **36**(1): pp. 9-18.
  40. Tchilian N., *Valeurs guides, valeurs limites pour l'air intérieur*, Document interne Ministère de la santé, 2005, 33 p.
  41. Host S. et al., *L'évaluation des risques sanitaires: principe et méthode. Méthodes en environnement et santé* [en ligne]. Observatoire Régional de la Santé Ile de France, 2006 [consulté le 8 août 2006]. Disponible sur internet: <[http://www.ors-idf.org/etudes/pdf/ERS\\_6p.pdf](http://www.ors-idf.org/etudes/pdf/ERS_6p.pdf)>
  42. INERIS, *Evaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE - substances chimiques*. 2003 [consulté le 8 août 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.ineris.fr>> section risques chroniques.
  43. Mosqueron L. et Nedellec V., *Hiérarchisation sanitaire des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur* [en ligne]. Document OQAI, 2002 [consulté le 15 juin 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.air-interieur.org/documents>>
  44. Mosqueron L. et Nedellec V., *Mise à jour de la hiérarchisation sanitaire des paramètres d'intérêt de l'observatoire de la qualité de l'air intérieur: application aux esters de phtalate, paraffines chlorées à chaîne courte, organo-étains, alkyl phénols et retardateurs de flamme bromés* [en ligne], Document OQAI, 2004 [consulté le 15 juin 2006]. Disponible sur internet: <<http://www.air-interieur.org/documents>>
  45. Vincent R., Bonthoux F. et Lamoise C., *Evaluation du risque chimique, Hiérarchisation des « risques potentiels »*. Hygiène et sécurité du travail, 2000. **178**: 8 p.
  46. INRS, *Asthme professionnel dû aux désinfectants employés en milieu hospitalier*. Allergologie pneumologie professionnelle, 2000, **84**(26), pp. 435-443.
  47. Dumontier F., Guillemot D. et Méda D., *L'évolution des temps sociaux au travers des enquêtes Emploi du temps*. Economie et statistique, 2002, **352-353**, 12 p.
  48. AFSSET/InVS, *Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires* [en ligne]. Rapport provisoire septembre 2005 [consulté le 8 août 2006]. Disponible en ligne: <[www.invs.sante.fr/publications/2005/impact\\_sanitaire/index.html](http://www.invs.sante.fr/publications/2005/impact_sanitaire/index.html)>

---

## Liste des sites internet consultés

---

Réseau d'échange en santé environnementale du ministère de la santé :

<http://rese.intranet.sante.gouv.fr>

Réseau Recherche Santé Environnement Intérieur : <http://rsein.ineris.fr>

Site public de la diffusion du droit : <http://www.legifrance.gouv.fr>

Site du Ministère de la Santé : <http://www.sante.gouv.fr>

Site du CSHPF : <http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/cshpf/sommaire.htm>

Site de l'OMS : <http://www.who.int>

Site de l'hôpital de Rouen : <http://www.chu-rouen.fr>

Site des CCLIN du Sud de la France : <http://cclin-sudest.chu-lyon.fr> ; <http://www.cclin-sudouest.com>

Site de Nosobase, base de données Infections nosocomiales et Hygiène Hospitalière : <http://nosobase.chu-lyon.fr/>

Site de documentation de l'ENSP, banque de données en santé publique : <http://www.bdsp.tm.fr>

Site de la SFHH : <http://www.sfh.net/>

Site de l'AFSSAPS : <http://agmed.sante.gouv.fr>

Site des Agences Régionales de Santé : <http://www.parhage.sante.fr>

Site du CSTB : <http://www.cstb.fr>

Site de l'OQAI : <http://www.air-interieur.org/presentation.asp>

Site de la Haute Autorité de Santé : <http://www.anaes.fr>

Site du bureau d'étude Intertek Sigma Control : <http://www.intertek-sigma.com>

Site de la Fondation LENVAL : <http://www.lenval.org>

Site de l'Association Française de Normalisation : <http://www.afnor.fr>

Site des Observatoires Régionaux de Santé : <http://www.fnors.org>

Site du bureau d'étude Puissance Air : <http://www.puissance-air.com>

Site de l'AASQA des Alpes Maritimes (QUALITAIR) <http://www.atmo-qualitair.net>

Site de l'union syndical des constructeurs de matériel aéraulique, thermique, thermodynamique et frigorifique : <http://www.uniclima.org>

### **Bases de données contenant les informations sur les effets sur la santé humaine consultée en juin-juillet 2006 :**

HSDB (Hazardous Substances Databank); IRIS (The Integrated Risk Information System) de l'US EPA; ITER (International Toxicity Estimates for Risk) consulté dans la base National Library of Medicine's TOXNET system:

<http://toxnet.nlm.nih.gov>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological Profile for :

<http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html>

INRS (Institut National de Recherche et de sécurité), fiches toxicologiques :

<http://www.inrs.fr>

---

# Glossaire

---

**Ataxie** : trouble de la coordination du mouvement volontaire, non explicable par un déficit moteur

**Action de nettoyage** : obtenue par l'eau, les savons et détergents tensio-actifs. Elimination physique d'une partie des microorganismes à détruire en les rejetant vers les eaux usées.

**Action de désinfection** : obtenue par les désinfectants (DSF) et s'exerce à détruire les germes dangereux grâce à un pouvoir germicide. La différence entre la désinfection et le nettoyage réside dans la nécessité d'une action bactéricide pour la première alors qu'une action bactériostatique peut être suffisante pour la deuxième.

**Aérobicantamination** : contamination aéroportée liée à la présence dans l'air ambiant de biocontaminants, sous forme de particules viables (micro-organismes), véhiculées ou non par des particules supports inertes

**Aérosol** : suspension de fines particules solides ou liquides dans un mélange gazeux. La majorité des aérosols contaminants, invisible à l'œil nu, est comprise entre 0,1 et 20 µm : les plus gros (> 5µm) sédimentent à proximité du lieu d'émission, les plus petits restent en suspension plusieurs heures et suivent les mouvements de l'air

**Allergie** : Terme général indiquant une réaction de l'organisme antérieurement sensibilisé à un médicament ou à un germe pathogène.

*Réaction immunitaire* liée à la présence d'anticorps circulants et entraînant la libération d'histamine ou d'autres substances vaso-actives lors de l'administration de l'antigène.

**Amphotère** : substance qui possède à la fois les propriétés des acides et des bases

**Anémie** : trouble hématologique qui provoque la diminution de la concentration d'hémoglobine dans le sang en deçà des valeurs normales.

**Air neuf** : air pris à l'air libre, hors des sources de pollution.

**Air recyclé** : air pris et réintroduit dans un local ou groupe de locaux.

**Biocide** : Se dit à l'origine d'une substance destinée à tuer des organismes vivants. C'est aussi le nom de tout produit fabriqué à partir de ces substances qui englobent :

- les pesticides utilisés dans les contextes agricole, industriel, agroalimentaire, ou domestique,
- les désinfectants, y compris l'eau de Javel.

**Bradycardie** : ralentissement du rythme cardiaque.

**Brises littorales** : Ces phénomènes ont lieu surtout l'été. Cette saison est par ailleurs une période favorable à la formation de l'ozone. En zones côtières, les polluants primaires émis le matin par l'activité économique peuvent être déplacés vers la mer en raison de la brise de terre. Ils sont ensuite transformés sous l'action du soleil en ozone, puis cet ozone peut être rabattu vers la terre dans l'après-midi par la brise de mer.

**Catégories majeures de diagnostic** : Elles sont au nombre de 27 correspondant aux grands appareils ou de cas particuliers (transplantations d'organes, MDO, traumatismes multiples graves...)

**Circuit fermé** : Le mélange gazeux expiré passe sur une cartouche de chaux sodée qui retient le gaz carbonique. Le mélange est totalement recyclé. L'alimentation en « gaz frais » est nettement plus faible qu'en circuit ouvert et le débit rejeté en salle est de l'ordre de 0,3 à 1 L.mn-1.

**Cirrhose** : toute affection hépatique diffuse chronique caractérisée, quelle qu'en soit la cause et l'expression clinique, par l'association d'une fibrose annulaire, d'altérations passées ou présentes des hépatocytes, et d'un remaniement de l'architecture hépatique.

**Chirurgie ondulatoire** : chirurgie légère et séjour limité à 8h. Développement de la vidéochirurgie qui permet de soulagement de la douleur de l'enfant et d'un « quelconque » traumatisme. De même, accentuation de la médecine douce et calme : pansement calme avec utilisation d'un gaz hilarant et accompagnement des parents.

**Chirurgie ophtalmologique** : branche de la médecine qui se consacre à l'étude anatomique, physiologique et pathologique de l'œil et de ses annexes ainsi qu'au traitement de leurs affections.

**Chirurgie ORL (oto-rhino-laryngologiste)** : Médecine spécialiste qui voit au diagnostic, au traitement et à la prévention des maladies de l'oreille, du nez, de la gorge et de la région cervico-faciale dans son ensemble.

**Chirurgie orthopédique** : branche de la chirurgie traitant l'appareil locomoteur.

**Chirurgie traumatologique** : Branche de la médecine qui se consacre à l'étude des traumatismes physiques et au traitement des patients ayant subi de graves blessures, généralement au cours d'un accident.

**Chirurgie viscérale** : branche de la chirurgie traitant essentiellement les affections des tissus mous abdomino-pelviens. Les chirurgiens viscéraux traitent les affections de la paroi abdominale et de l'appareil digestif ; ils sont également souvent amenés à opérer sur la rate, le rein, l'utérus, le sein, les ovaires et la thyroïde.

**Cinétique de décontamination particulière** : Elle est définie au niveau particulière de 0.5µm comme le temps nécessaire pour obtenir une décontamination de 90% par rapport au « pic de pollution initiale ».

**Climatisation** : ensemble des procédés permettant la maîtrise de la température et de l'hygrométrie relative dans un local.

**Composé Organique Volatil (COV)**: « tous les composés contenant du carbone et de l'hydrogène, dans lesquels l'hydrogène peut être partiellement ou totalement remplacé par des halogènes, du soufre ou de l'azote, à l'exception des oxydes de carbones et des carbonates. Les COV ont une pression de vapeur supérieure ou égale à 0,01 kPa à 293.15°K (20°C). »

**Contrôleur (informatique)** : dispositif spécialisé interposé entre l'unité centrale d'un ordinateur et le ou les périphériques, qui gère les activités des périphériques et exécute le transfert des données.

**Cyanose**: coloration bleuâtre de la peau causée par un trouble de la circulation, par une altération de l'oxyhémoglobine ou par un trouble de l'hématose.

**Dyesthésie** : trouble de la sensibilité non motivé par un stimulus extérieur ni provoqué par un contact normal, caractérisé par une diminution ou une exagération dans la perception des sensations.

**Endoscopie** : méthode d'exploration, à des fins diagnostiques ou thérapeutiques, de la surface interne d'un organe creux, d'une cavité naturelle ou d'un conduit du corps accessible par les voies naturelles qui se pratique à l'aide d'un endoscope.

**Enduction (traitement de surface)** : opération consistant dans l'application d'un produit approprié à la surface d'un papier ou d'un carton pour en modifier certaines caractéristiques.

**Fibrose** : lésion non spécifique caractérisée par une hyperplasie des tissus conjonctifs avec prolifération des fibroblastes ou des fibrocytes élaborants du collagène.

**Fièvre puerpérale** : affection fébrile de l'accouchée par infection à point de départ utérin.

**Filtration** : technique qui permet de retenir les particules en suspension dans l'air. Elle fait appel à des dispositifs de constitution, de caractéristiques et d'efficacité différentes (filtres à moyenne efficacité G1 à G4 ; filtres à haute efficacité F5 à F9 ; filtres à très haute efficacité H10 à H14).

**Flux non-unidirectionnel ou turbulent** : régime de distribution d'air où l'air filtré, soufflé dans la zone propre, se mélange à l'air déjà présent par induction (définition conforme à la norme NF EN ISO 14644-4 (X 44-104)).

**Flux unidirectionnel ou laminaire** : flux d'air maîtrisé traversant l'ensemble d'un plan de coupe d'une zone propre, possédant une vitesse régulière et des filets à peu près parallèles (définition conforme à la norme NF EN ISO 14644-4 (X 44-104)).

**Groupe homogène de malades (GHM)** : Un GHM regroupe des séjours ayant utilisé des ressources hospitalières similaires (= même coût). Chaque GHM doit avoir des caractéristiques semblables en termes de discipline médicale, de moyens diagnostiques et de moyens thérapeutiques. Ils sont regroupés en 27 Catégories Majeures Diagnostics.

**Hygrométrie** : étude et mesure de l'humidité relative de l'air.

Mesure de la teneur en vapeur d'eau de l'air atmosphérique obtenue à l'aide de l'hygromètre.

**Impaction** : fait pour une particule de frapper la partie sensible d'un appareil de mesure.

**Infection nosocomiale (IN)** : une infection est dite nosocomiale lorsque le patient ne présentait pas cette infection à son admission dans l'établissement de santé. Il s'agit donc d'une infection diagnostiquée dans l'établissement qui en est la cause et qui en est responsable.

**Invasif** : se dit d'un procédé d'exploration ou de soin qui pénètre la peau, les muqueuses ou dans une cavité naturelle de l'organisme.

**Irritation** : état d'inflammation extrême d'un tissu ou d'un organe quelle qu'en soit l'origine.

**Nécrose** : est une mort cellulaire dite "accidentelle" qui survient lors d'un dommage tissulaire.

**Néonatalogie** : branche de la médecine qui a pour objet la surveillance et les soins spécialisés du nouveau-né à risques ou de celui dont l'état s'est dégradé après la naissance.

**Polluants primaires** : polluants qui sont directement émis dans l'atmosphère par les activités humaines. Ces polluants "primaires" peuvent, par transformation chimique, produire des polluants "secondaires". Par exemple, trois des polluants de l'indice ATMO, les dioxydes de soufre et d'azote et les particules fines sont des polluants primaires

**Polluants secondaires** : Les polluants "secondaires" proviennent de la transformation chimique des polluants primaires dans l'atmosphère. Ils sont à l'origine de la pollution photochimique et des pluies acides comme par exemple l'ozone.

**Prédésinfection** : C'est le premier traitement à effectuer sur les objets et matériels souillés dans le but de diminuer la population de micro-organismes et de faciliter le nettoyage ultérieur. La pré désinfection a également pour but de protéger le personnel lors de manipulation des instruments. Elle permet également d'éviter la contamination de l'environnement.

**Principe actif antimicrobien : substance** qui rentre dans la composition d'un détergent ou désinfectant industriel, hospitalier... et qui est responsable des propriétés de celui-ci. Les principaux étant : clore ; acide péracétique ; aldéhydes ; ammoniums quaternaires ; amphotères et polyhexanide.

**Prophylaxie** : ensemble des moyens destinés à prévenir l'apparition des maladies.

**Propreté bactériologique** : est définie par la concentration maximale admissible en particules viables par mètres cubes d'air (UFC/m<sup>3</sup>)

**Propreté particulaire** : est définie par le nombre maximal admissible de particules de diamètres supérieur à 0.5µm et à 5µm par mètres cubes.

**Prostration** : état d'immobilité et de repli sur soi que l'on observe dans les formes aiguës ou à la phase terminale de certaines maladies, ainsi qu'au cours de diverses affections psychiatriques.

**Salle propre** : salle à l'intérieur de laquelle la concentration en particules en suspension est maîtrisée, qui est construite et utilisée pour minimiser l'introduction, la production et la rétention de particules à l'intérieur de la pièce et dans laquelle d'autres paramètres pertinents tels que la température, l'humidité et la pression sont maîtrisés comme il convient.

**Sas** : espace clos, séparant deux milieux différents, et comportant deux portes qui permettent de passer d'un milieu à l'autre sans modifier notablement leur état.

**Septique** : se dit de tout ce qui est souillé ou provoqué par des microorganismes pathogènes.

**Service de réanimation pédiatrique, Unité de Soins Intensifs et Néonatalogie** : branche de la médecine qui a pour objet la surveillance et les soins spécialisés du nouveau-né à risques ou de celui dont l'état s'est dégradé après la naissance.

**Station périurbaine** : suivi du niveau moyen d'exposition de la population à des maxima de pollution photochimique à la périphérie du centre urbain.

**Station urbaine** : suivi du niveau moyen d'exposition de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits de fond, sans influence directe d'une pollution primaire, du trafic automobile ou d'une installation de type industriel.

**Stérilisation** : Il s'agit de la mise en œuvre d'un ensemble de méthodes et de moyens visant à éliminer par destruction tous les micro-organismes vivants de quelques natures et sous quelques formes que ce soit, portés par un objet parfaitement nettoyé.

**Stratifié** : feuilles de papiers imprégnées de résines thermodurcissables et en général revêtus d'une feuille de papier décorative.

**Surpression** : la surpression d'un local est la différence de pression existant entre l'intérieur de celui-ci et le local adjacent. Elle est obtenue par un apport d'air soufflé supérieur à celui repris au sein d'un même local. Elle per

**Tachycardie** : accélération du rythme cardiaque

**Taux de renouvellement (TR)** : rapport entre le débit d'air soufflé dans un local et le volume de cet espace. Le débit d'air est généralement exprimé en mètres cubes par heure, le volume en mètres cubes ainsi le TR s'exprime en volume par heure (ASPEC).

**Tensioactif:** qui est susceptible de modifier la tension superficielle ou la tension interfaciale d'un liquide et d'en faciliter le mouillage par l'eau.

**Unité de véhicule Particulier (UVP) :** permet de déterminer le nombre de voies de circulation nécessaire en fonction du volume de trafic. Ce paramètre permet de prendre en compte les différents types de véhicules à l'aide des conversions suivantes :

1 Véhicule Léger (VL) = 1UVP

1 Poids Lourd (>5 t) (PL) = 2UVP

1 deux roues (2R) = 0.2 UVP

**Valeurs guides :** représentent un objectif de santé publique à atteindre, dont les dépassements nécessitent une politique de limitation de la pollution sur le long terme.

**Valeurs limites :** niveaux considérés comme néfastes à l'ensemble de la population, donc à ne pas dépasser, et dont les dépassements nécessitent des actions réglementaires à court et moyen terme.

**Voies aériennes supérieures :** sont définies par l'axe tête-cou-larynx



---

## Liste des annexes

---

<i>Annexe 1 : Plan d'implantation de l'hôpital LENVAL.....</i>	<i>III</i>
<i>Annexe 2 : Programme de lutte contre les infections nosocomiales.....</i>	<i>IV</i>
<i>Annexe 3 : Techniques d'entretien appliquées dans l'établissement LENVAL.....</i>	<i>V</i>
<i>Annexe 4 : Principales dispositions réglementaires et normatives relatif à l'air intérieur du milieu hospitalier .....</i>	<i>VI</i>
<i>Annexe 5 : Classification des filtres à air et leur efficacité.....</i>	<i>VII</i>
<i>Annexe 6 : Classification de la propreté des salles propres et des zones propres (NF S 90 531).....</i>	<i>IX</i>
<i>Annexe 7 : Schéma d'implantation des prélèvements d'air dans les différentes salles d'opérations.....</i>	<i>X</i>
<i>Annexe 8 : Résultats des analyses de la propreté de l'air dans le bloc opératoire.....</i>	<i>XI</i>
<i>Annexe 9 : Les tableaux de définition des classes nécessaires à la démarche d'évaluation des risques chimiques de l'INRS.....</i>	<i>XIII</i>
<i>Annexe 10 : Renseignements des Fiches de Données Sécurité des produits utilisés dans l'hôpital Lenval.....</i>	<i>XV</i>
<i>Annexe 11 : Tableaux de synthèse des données toxicologiques relatives aux composés chimiques étudiés.....</i>	<i>XVIII</i>

Annexe 1 : Plan d'implantation de l'hôpital LENVAL



## **Annexe 2 : Programme de lutte contre les infections nosocomiales**

Le PLIN comporte l'identification des actions de prévention, des systèmes de surveillance et de communication des résultats, des plans de formation et des mesures d'évaluation. La prévention réside principalement dans la mise au point ou la réactualisation des protocoles d'hygiène diffusés dans les différents services. Ces protocoles permettent d'exposer les procédures à suivre notamment en matière de désinfection, de stérilisation du matériel médico-chirurgical, d'entretien des locaux, de règles à observer pour l'alimentation et l'isolement. Les systèmes de surveillance et la communication des résultats portent sur l'environnement (surfaces, eaux, air), l'hygiène alimentaire, les infections nosocomiales (IN) et les bactéries multi résistantes (BMR).

La surveillance est un élément très important par les informations qu'elle apporte : résultats microbiologiques et audits. Les contrôles de surveillance et leur fréquence sont établis dans le PLIN annuellement. Il est distingué d'une part le contrôle régulier entrant dans le cadre du PLIN et d'autre part le contrôle ponctuel et ciblé intervenant dans un contexte épidémique précis ou de travaux.

Les prélèvements de surface sont effectués par du personnel qualifié de l'hôpital Lenval et analysés par le laboratoire de l'hôpital Lenval, les prélèvements d'eaux sont effectués par du personnel qualifié de l'hôpital Lenval mais analysés par le laboratoire d'une société sous-traitante et pour finir les prélèvements d'air sont effectués et analysés par une société sous-traitante.

L'évaluation des indicateurs suivants : taux IN ; taux de BMR ; taux d'accidents d'exposition au sang (AES), taux de prélèvements environnementaux non conformes et les audits internes permettent d'évaluer et de réactualiser les procédures d'hygiène ainsi que les pratiques hospitalières.

Les résultats sont communiqués dans les services par le bureau de l'hygiène. L'archivage des données est effectué par l'équipe d'hygiène avec un classement papier conservés cinq ans dans les bureaux d'Hygiène puis transférés dans le local des archives.

Des formations relatives à l'hygiène et à la lutte contre les infections nosocomiales sont proposées par l'infirmière hygiéniste, les membres du CLIN ou des organismes extérieurs, de façon ponctuelle ou continue et concernent tout le personnel présent dans l'établissement de santé. Elles portent sur l'hygiène de base hospitalière, la stérilisation, la prévention des AES, les vigilances sanitaires...

### Annexe 3 : Techniques d'entretien appliquées dans l'établissement LENVAL

Les techniques d'entretien diffèrent selon la surface ou le mobilier à « bionettoyer ». Dans l'hôpital Lenval, les techniques suivantes sont employées avec le matériel et les produits correspondants présentés dans le tableau suivant :

	technique	Matériel	Produits
<b>Mur plafond</b>	dépoussiérage humide	Balai + gaze ou balai télescopique Balai trapèze + gaze	détergent ou détergent-désinfectant
	détachage	Chiffonnettes	détergent
<b>Mobilier</b>	dépoussiérage humide lavage	Chiffonnette Gaze Brosse	Détergent ou Détergent- désinfectant
<b>Evier Lavabo</b>	Lavage désinfection	Chiffonnette	Crème à récurer Détergent-désinfectant
<b>Baignoire Douche</b>	Lavage désinfection	Chiffonnette	Crème à récurer Détergent-désinfectant
<b>Toilettes vidoirs</b>	Lavage désinfection	Chiffonnette Balayette	Crème à récurer Détergent-désinfectant
<b>Sols</b>	Balayage humide	Balai trapèze + gaze imprégnée	Détergent ou Détergent- désinfectant
	Lavage	Balai réservoir + bandeau textile	Détergent ou Détergent- Désinfectant

#### **Annexe 4 : Principales dispositions réglementaires et normatives relatif à l'air intérieur du milieu hospitalier**

Décret n° 84-1093 du 7 décembre 1984 modifiant les sections I et VII du chapitre II du titre III du livre II du code du travail (deuxième partie).

Arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des lieux de travail.

Arrêté du 9 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des lieux de travail pouvant être prescrit par l'inspection du travail-complété et modifié.

Arrêté du 7 janvier 1993 relatif aux caractéristiques du secteur opératoire mentionné à l'article D. 712-31 du code de la santé publique pour les structures pratiquant l'anesthésie ou la chirurgie ambulatoire visée à l'article R. 712-2-1 (b) de ce même code.

Arrêté du 25 avril 2000 relatif aux locaux de pré travail et de travail, aux dispositifs médicaux et aux examens pratiqués en néonatalogie et en réanimation néonatale prévus à la sous section IV « conditions techniques de fonctionnement relatives à l'obstétrique, à la néonatalogie et à la réanimation néonatale » du code de la santé publique (livre VII, titre 1er, chapitre II, section III, troisième partie : décrets).

Arrêté du 22 juin 2001 relatif aux bonnes pratiques de pharmacie hospitalière.

Circulaire du 9 août 1978 relative à la révision du règlement sanitaire départemental type.

Circulaire du 9 mai 1985 relative aux commentaires techniques concernant l'aération et l'assainissement des lieux de travail.

Circulaire n°17 du 19 avril 1995 relative à la lutte contre les infections nosocomiales dans les établissements de santé publics ou privés participant à l'exécution du service public.

Circulaire du 23 avril 1999 sur la prévention de la légionellose dans les installations classées pour la protection de l'environnement et des tours aéroréfrigérantes visées par la rubrique 2920.

Norme NF EN 779 (indice de classement NFX 44-012)- Février 2003

Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules - Détermination des performances de filtration

Norme NF EN 1822 -Octobre 1998

Filtres à air à très haute efficacité et filtres à air à très faible pénétration (HEPA et ULPA)

Normes NF S 90 351 – établissement de santé- Juin 2003

Salles propres et environnement maîtrisés apparentés- exigences relatives pour la maîtrise de la contamination aéroportée. Référence aux normes ISO 14644 de mai 1999 et ISO 14698 de mars 2004

## Annexe 5 : Classification des filtres à air et leur efficacité

Filtres de ventilation générale testés selon la méthode gravimétrique et classés selon la norme NF EN 779

### Filtres grossiers (G)

Classe	E % gravimétrique
G1	<65
G2	65-80
G3	80-90
G4	>90

Filtres de ventilation générale testés selon la méthode opacimétrique et classés selon la norme NF EN 779

### Filtres fins (F)

Classe	E % opacimétrique
F5	40-60
F6	60-80
F7	80-90
F8	90-95
F9	>95

Filtres à très haute efficacité : essayés et classés selon la norme NF EN 1822

Classe	Efficacité % MPPS*
H10	85
H11	95
H12	99.5
H13	99.95
H14	99.995
U15	99.9995
U16	99.99995
U17	99.999995

\* MPPS = Most Penetrating Particle Size. Cela correspond à un diamètre de 0,17 µm.

### **Descriptif des méthodes d'essai**

Pour quantifier le pouvoir épurateur, les méthodes d'essai reposent sur un schéma de base simple. On place les filtres à tester dans une veine aéraulique réglée à leur débit d'utilisation, on injecte un aérosol d'essai défini en amont. On effectue les mesures en amont et en aval puis on en déduit ce que les filtres ont retenu. L'aérosol test doit être composé de particules liquides et choisi en fonction de la méthode.

#### **Essai gravimétrique**

De la poussière normalisée est utilisé comme aérosol. La proportion pondérale retenue par le filtre est déterminée par pesée.

L'opération est réalisée sur filtre neuf puis à divers stades de colmatage selon un procédé de colmatage accéléré. L'efficacité retenue correspond à l'efficacité moyenne pondérée

calculée à partir des valeurs obtenues aux différentes étapes de colmatage jusqu'à une perte de charge finale de 250 Pa.

### **Essai opacimétrique**

On utilise comme aérosol d'essai l'air atmosphérique. On visualise les taux de poussière en amont et en aval du filtre par la méthode de la tache de poussière en aspirant l'air au travers d'une pastille de papier filtrant blanc de très haute efficacité. La comparaison des degrés de noircissement amont et aval par méthode opacimétrique (mesure de l'opacité=ce qui ne laisse pas passer la lumière) permet de déduire le " rendement à la tache de poussière atmosphérique " ou efficacité opacimétrique.

L'opération est réalisée sur filtre neuf puis à divers stades de colmatage accéléré. L'efficacité retenue correspond à l'efficacité moyenne pondérée calculée à partir des valeurs obtenues aux différentes étapes de colmatage jusqu'à une perte de charge finale de 450 Pa.

Pour ces deux méthodes, les filtres ne fonctionnent pas dans des conditions normales car le colmatage est accéléré, les concentrations pondérales 700 fois supérieures à des concentrations atmosphériques et la composition de la poussière d'essai non représentative de l'aérosol atmosphérique. Ainsi la valeur d'efficacité affichée est supérieure à l'efficacité initiale, filtre neuf.

### **Filtres à très haute efficacité (norme NF EN 1822)**

Les performances d'efficacité doivent être déterminées dans les circonstances les plus défavorables, c'est à dire sur filtre neuf et au rendement par rapport à la dimension de la particule la plus pénétrante (environ 0,17 µm) appelée « Most Penetrating Particle Size » (MPPS).

L'efficacité locale minimale et le taux de fuite local maximal (ou pénétration locale maximale) sont ensuite déterminés. La pénétration P est définie ainsi :  $P = 1 - E$ . C'est la proportion de particules qui sont passées au travers du filtre.

Une courbe d'efficacité spectrale est tracée en fonction de la taille des particules pour les différents éléments filtrants. Ce qui permet de déterminer la dimension des particules pour laquelle la pénétration est la plus élevée.

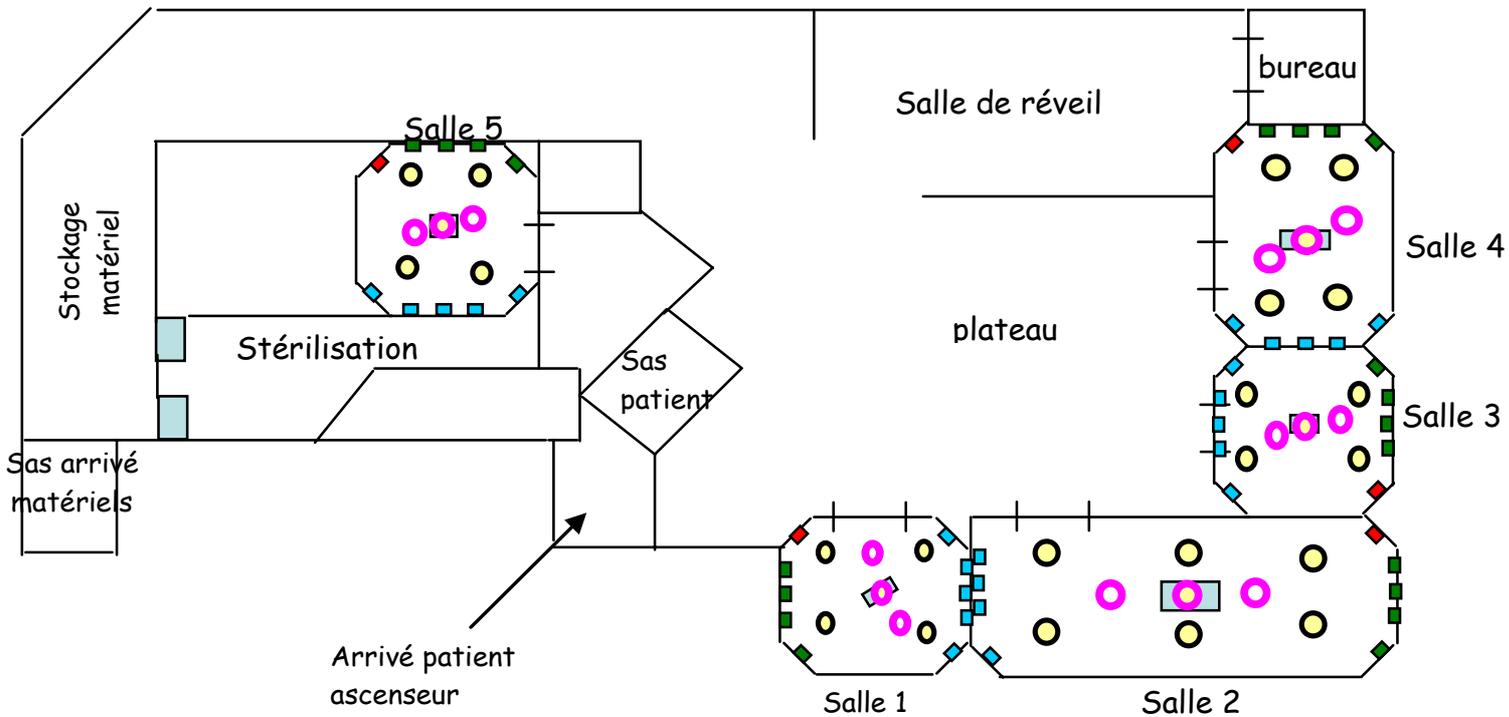
Le taux de fuite de l'élément filtrant au débit d'air nominal est vérifié à l'aide d'un aérosol d'essai de dimension moyenne correspondant à la MPPS.

**Annexe 6 : Classification de la propreté des salles propres et des zones propres (NF S 90 531)**

**Classes de propreté particulières selon la norme ISO 14644-1:1999**

	Concentrations maximales admissibles (particules/m <sup>3</sup> d'air) en particules de taille ≥ à celles données ci-dessous					
	0.1µm	0.2µm	0.3µm	0.5µm	1µm	5µm
<b>ISO 1</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	-	-	-	-
<b>ISO 2</b>	<b>100</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	-	-
<b>ISO 3</b>	<b>1 000</b>	<b>237</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>8</b>	-
<b>ISO 4</b>	<b>10 000</b>	<b>2 370</b>	<b>1 020</b>	<b>352</b>	<b>83</b>	-
<b>ISO 5</b>	<b>100 000</b>	<b>23 700</b>	<b>10 200</b>	<b>3 520</b>	<b>832</b>	<b>29</b>
<b>ISO 6</b>	<b>1 000 000</b>	<b>237 000</b>	<b>102 000</b>	<b>35 200</b>	<b>8 320</b>	<b>293</b>
<b>ISO 7</b>	-	-	-	<b>352 000</b>	<b>83 200</b>	<b>2 930</b>
<b>ISO 8</b>	-	-	-	<b>3 520 000</b>	<b>832 000</b>	<b>29 300</b>
<b>ISO 9</b>	-	-	-	<b>35 200 000</b>	<b>8 320 000</b>	<b>293 000</b>

**Annexe 7 : Schéma d'implantation des prélèvements d'air dans les différentes salles d'opérations**



**Légende:**

- bouche de soufflage
- bouche de reprise
- bouche d'extraction
- Prélèvement bactériologique
- Prélèvement particulaire

## Annexe 8 : Résultats des analyses de la propreté de l'air dans le bloc opératoire

Les paramètres recherchés lors du contrôle de la propreté de l'air et les spécifications de conception des installations sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Spécifications salle d'opération	Spécifications stérilisation
<b>température et humidité relative</b>	/	/
<b>pression différentielle</b>	/	/
<b>débit d'air soufflé et neuf</b>	/	/
<b>vitesse d'air</b>	/	/
<b>taux de renouvellement</b>	$\geq 20 \text{ h}^{-1}$	$\geq 20 \text{ h}^{-1}$
<b>intégrité des filtres</b> pénétration en aérosol	$\leq 0.01\%$	$\leq 0.01\%$
<b>propreté particulaire</b>	$\varnothing \geq 0.5 \mu\text{m} : 352\ 000$ $\varnothing \geq 5 \mu\text{m} ; 2\ 930$	$\varnothing \geq 0.5 \mu\text{m} : 3\ 520\ 000$ $\varnothing \geq 5 \mu\text{m} ; 29\ 300$
<b>cinétique de décontamination*</b>	$\leq 20 \text{ min}$	$\leq 20 \text{ min}$
<b>propreté bactériologique*</b>	$< 100 \text{ UFC/m}^3$	$< 200 \text{ UFC/m}^3$

### Matériels et méthode :

Les conditions opératoires de chaque essai sont effectuées à l'identique pour chacune des pièces. Les équipements et matériels utilisés par le prestataire extérieur Intertek Sigma Contrôle ont été mis en œuvre dans le délai de validité des étalonnages effectués par des laboratoires indépendants et sont développés ci-dessous :

- pressions différentielles réalisées à l'aide d'un manomètre à lecture digitale directe avec une intégration de 10 secondes, modèle velocicalc TSI.
- conditions d'ambiance (température, pression, humidités relative...) mesurées à l'aide d'un multimètre à fil chaud (Velocicalc 8360, TSI)
- vitesses d'air, débits et taux de renouvellement horaire. Les mesures sont faites à 0.10 m environ des grilles de soufflage à l'aide d'un balomètre ALNOR et d'un anémomètre à fil chaud, à lecture directe, avec une intégration de 10 secondes, modèle TSI Velocicalc +.
- test intégrité du système de filtration de l'air réalisé à l'aide d'un générateur d'aérosol (TDA 5B) et d'un photomètre électrique TDA 2G de ATI Incorporated. Les particules générées ont des tailles de 0.3 à 3  $\mu\text{m}$  et placées sur la reprise d'air de la salle.
- détermination de la classe particulaire à l'aide d'un compteur de particules CLIMET CI 500 Laser.
- détermination du temps de décontamination particulaire à l'aide d'une poire et de tubes fumigènes DRAEGER, depuis 2005.
- de même, mesure aérobiocontamination en flore totale à l'aide de collecteur centrifuge de germes (LCB Airstest, Omega 08577) et de boîte de géloses (Biomérieux).

## Résultats :

	2002			2003			2004			2005		
	T(°C)	H(%)	ΔP	T(°C)	H(%)	ΔP	T(°C)	H(%)	ΔP	T(°C)	H(%)	ΔP
Salle 1	24.3	34.4	4	23.8	32.5	4	23.3	38.8	0	23.2	40.1	10
Salle 2	24.1	34	1	22.10	37.9	2	24.2	36.7	0	23.5	38.7	15
Salle 3	24.4	32	3	21.7	35.2	4	23.6	38	3	23	40.1	6
Salle 4	24.3	33.2	5	23.7	33.4	5	23	38.3	2	23.2	38.8	7
Salle 5	23.9	35.2	7	23.4	37.8	4	24	36.3	0	22.7	33.9	4
Salle stérilisation	23	34.8	6.8	21.2	45.4	0	23.9	35.2	2	23.9	32.1	2

Les valeurs de pression sont comparées par rapport au local immédiatement adjacent, le plateau sauf en 2005 où la vérification a été faite par rapport à l'extérieur.

	2002		2003		2004		2005	
	Q (m <sup>3</sup> /h)	TR (h <sup>-1</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /h)	TR (h <sup>-1</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /h)	TR (h <sup>-1</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /h)	TR (h <sup>-1</sup> )
Salle 1	1993	27.7	2700	37	2023	28.1	2887	40.1
Salle 2	2972	22.8	3770	29	2757	21.2	5010	38.5
Salle 3	2190	30.4	2750	38	2649	36.8	3513	48.8
Salle 4	2426	30	2420	30	1983	24.5	2856	39.7
Salle 5	2429	33.7	2720	38	1769	24.6	2750	38.2
Salle stérilisation	407	4.5	2985	11	/	/	2112	21.1

Les temps de décontamination particulaire sont calculés pour les particules de 0.5µm et est défini comme le temps nécessaire pour obtenir une décontamination de 90% par rapport au « pic de pollution initiale ».

Les résultats de l'analyse de 2005 sont présentés dans le tableau suivant :

	temps de décontamination particulaire (min) 2005
Salle 1	6
Salle 2	7
Salle 3	6
Salle 4	7
Salle 5	6
Salle de réveil	/
Salle stérilisation	10

Les contrôles particuliers (CP) ont été effectués dès 2001 et ceux d'aérobiocontamination (CB) depuis 2004.

	2001		2002		2003		2004			2005		
	CP (part/m <sup>3</sup> )		CP (part/P <sup>3</sup> )		CP (part/m <sup>3</sup> )		CP (part/m <sup>3</sup> )	CA (UFC/m <sup>3</sup> )	CP (part/m <sup>3</sup> )		CA (UFC/m <sup>3</sup> )	
	0.5µm	5 µm	/	0.5µm	5 µm	/						
Salle 1	20.8	2.7	316.5	16	2448	302	21052.2	626.2	56	9267.7	463.5	90
Salle 2	16.9	3.6	148.5	8	3218	398	15193.5	1001.5	23.3	12596.1	709.2	42.5
Salle 3	49.9	7.3	380.5	31	4197	475	22209.7	1006.1	25	8877.2	256.6	62
Salle 4	55.8	6.6	125.5	11	3403	525	60626.0	1149.0	10	14727.9	1759.7	50
Salle 5	48.4	3.5	388.5	11.5	6590	849	15563.1	921.0	24.7	108157	/	26
Salle de réveil	/	/	/	/	90326	6082	/	/	/	/	/	/
Salle stérilisation	/	/	/	/	664014	7081	2564359	16445.2	77.7	895015	2031.9	35

## Annexe 9 : Les tableaux de définition des classes nécessaires à la démarche d'évaluation des risques chimiques de l'INRS

Une méthode simplifiée, fondée sur les réponses d'experts en hygiène industrielle, a été développée par l'INRS pour hiérarchiser les « risques chimiques potentiels », à partir d'un nombre restreint d'informations issues des fiches de données de sécurité ou de l'étiquetage.

Cette méthode repose sur différentes étapes d'exploitation des données de danger et d'exposition. Des définitions de classes de danger (tableau I) et d'exposition potentielle (tableau IV), fonction elle-même des classes de fréquence d'utilisation (tableau II) et de quantités utilisées (tableau III), ont été mises aux points sous forme de tableau.

**TABLEAU I**

### DÉFINITION DES CLASSES DE DANGER - HAZARD CLASSIFICATION AND LABELLING

Classe de danger	Classification et étiquetage
I	Produit non soumis à étiquetage, pas de toxicité particulière ; Phrases de risques : aucune.
II	Produit irritant ou produit sans étiquetage, mais pour lequel il existe une VLEP ; Phrases de risques : R 36, R 37, R 38.
III	Produit nocif ; Phrases de risques : R 20, R 21, R 22.
IV	Produit toxique, sensibilisant ou corrosif ; Phrases de risques : R 23, R 24, R 25, R 29, R 31, R 34, R 35, R 40, R 41, R 42, R 43.
V	Produit très toxique, cancérigène, effets sur la reproduction... ; Phrases de risques : R 26, R 27, R 28, R 32, R 33, R 39, R 45, R 46, R 47, R 48, R 49, R 60, R 61, R 62, R 63, R 64.

**TABLEAU II**

### DÉFINITION DES CLASSES DE FRÉQUENCE D'UTILISATION - CLASSIFICATION BY FREQUENCY OF USE

Classe de fréquence	Fréquence d'utilisation
I	Occasionnelle : quelques jours par an
II	Ponctuelle : quelques jours par mois ou quelques semaines par an
III	Discontinue : quelques jours par semaine ou quelques mois par an
IV	Continue : tous les jours, durant toute l'année

**TABLEAU III**

### DÉFINITION DES CLASSES DE QUANTITÉS UTILISÉES - CLASSIFICATION BY QUANTITIES USED

Classe	Quantité utilisée
I	Négligeable
II	Faible
III	Moyenne
IV	Importante
V	Très importante

**TABLEAU IV**

**DÉFINITION DES CLASSES D'EXPOSITION POTENTIELLE**  
 - CLASSIFICATION BY POTENTIAL EXPOSURE

Classe de quantité	Classe de fréquence	Classe d'exposition potentielle
I	I	I
	II	I
	III	I
	IV	I
II	I	II
	II	II
	III	II
	IV	II
III	I	III
	II	III
	III	III
	IV	IV
IV	I	III
	II	IV
	III	IV
	IV	V
V	I	IV
	II	V
	III	V
	IV	V

L'étape finale permettant la hiérarchisation des substances chimiques correspond à la classification des différents couples (danger, exposition potentiel) possibles. Trois catégories de priorité ont été dégagées : A élevée, B moyenne, C faible (tableau V). Une classification à l'intérieur de chacune de ces catégories a ensuite été développée (tableau VI).

**TABLEAU V**

**DÉTERMINATION DES CLASSES DE PRIORITÉ EN FONCTION DU DANGER ET DE L'EXPOSITION POTENTIELLE**  
 - PRIORITY CLASSIFICATION BY HAZARD AND POTENTIAL EXPOSURE

Classe d'exposition potentielle	V	B	B	A	A	A
	IV	C	B	B	A	A
	III	C	C	B	B	A
	II	C	C	B	B	A
	I	C	C	B	B	B
		I	II	III	IV	V
		Classe de danger				

**TABLEAU VI**

**DÉTERMINATION DES CLASSES DE PRIORITÉ EN FONCTION DU DANGER, DE L'EXPOSITION POTENTIELLE ET DE LA PRIORITÉ (1)**  
 - PRIORITISATION BY HAZARD, POTENTIAL EXPOSURE AND PRIORITY CLASSIFICATION

Classe d'exposition potentielle	V	17	12	7	2	1
	IV	20	15	11	5	3
	III	23	19	13	9	4
	II	24	21	16	10	6
	I	25	22	18	14	8
		I	II	III	IV	V
		Classe de danger				

### Annexe 10 : Renseignements des Fiches de Données Sécurité des produits utilisés dans l'hôpital Lenval

Les informations fournies par les fiches de données sécurité sont présentées dans le tableau suivant. Nous disposons des phrases de risques attribuées à la solution ainsi que des informations toxicologiques issues des tests expérimentaux sur des animaux du laboratoire ANIOS. Dans quelques cas, la proportion de certains principes actifs est renseignée.

produits	composition	Concentration	risques attribués à la préparation	informations toxicologiques
<b>Aniostéрил DDN</b>	Bis (aminopropyl) laurylamine		S2, S24/25, S37	irritation cutanée et oculaire légère ingestion peut entraîner une légère irritation au niveau des voies de l'appareil digestif
<b>Aniostéрил D892</b>	didécylidiméthylammonium chlorure Bis (aminopropyl) laurylamine	5 % 3 %	Xi, R36/38, S2, S24/25, S26, S37	moyennement irritant oculaire ingestion peu entraîner irritation de l'appareil digestif
<b>Déterg'Anios</b>	cocamidopropylbétaïne, alcool gras éthoxylé alkylpolyglucoside agent chélatant alcool éthylique		S2, S25	très faible irritant oculaire
<b>Anios Surface Haute</b>	propionate didécylidiméthylammonium acétate de guanidinium n propanol	<2,5% <2,5% 2,5<C<10%	Xi, R36, S23, S26, S2, S37, S46	inhalation peut entraîner une irritation des voies respiratoires ingestion peut entraîner une irritation du tube digestif, une douleur abdominale ainsi que des maux de têtes et nausées irritation cutanée et oculaire
<b>Anios TSA</b>	Chlorure de didécylidiméthylammonium polyhexanide Isopropanol Détergent de type alcool gras éthoxylé	0,24% 0,20%	S2, S15, S24/25	irritation cutanée et oculaire
<b>Aniospray 29</b>	éthanol chlorure didécylidiméthylammonium polyhexanide	29%	R10, S16, S23, S26, S42, S46, S2	inhalation peut entraîner une irritation des voies respiratoires irritation cutanée et oculaire légère ingestion peut entraîner une irritation du tube digestif, une douleur abdominale ainsi que des maux de têtes et nausées

produits	composition	Concentration	risques attribués à la préparation	informations toxicologiques
<b>Surfanios</b>	chlorhydrate d'acides-amino, chlorure de didécylidiméthylammonium détergent non ionique biodégradable		R36/38, S2, S24/25, S26, S37	faible irritant oculaire
	Chlorure de didécylidiméthylammonium tensio-actifs non ioniques, agent anticorrosion, antimousse, EDTA			
<b>Anioxyde 1000</b>	Acide peracétique 0,15 % activateur: isopropanol générateur: peroxyde d'hydrogène		F, Xn, R22, R36, S2, S16, S24/25, S26, S37 S2, S3, S24/25, S26, S37	léger irritant cutané et moyennement irritant oculaire
<b>Hexanios</b>	chlorure de didécylidiméthylammonium, complexes détergents détergents non ioniques de type alcools gras éthoxylés polyhexanide		Xi, R36/38, S2, S24/25, S26, S37	faible irritant oculaire
<b>Poudre aniosyme DD1</b>	propionate d'ammonium quaternaire, polyhexanide complexe enzymatique		Xi, R36/38, S2, S24/25, S26, S37	léger irritant cutané et oculaire

Les différentes phrases de risques sont renseignées dans le tableau suivant :

R7	peut provoquer un incendie	S2	conserver hors de portée des enfants	Symbole de danger F facilement inflammable Xn nocif Xi irritant O comburant N dangereux pour l'environnement C corrosif
R10	inflammable	S3/7	conserver le récipient bien fermé dans un endroit frais	
R11	facilement inflammable	S14	conserver à l'écart des produits indiqués par le fabricant	
R20/21/22	nocif par inhalation, par contact et par ingestion	S15	conserver à l'écart de la chaleur	
R22	nocif en cas d'ingestion	S23	ne pas respirer directement l'aérosol issu de la pulvérisation	
R34	provoque des brûlures	S24/25	éviter le contact avec la peau et les yeux	
R35	provoque des brûlures graves	S26	en cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste	
R36/38	irritant pour les yeux	S36	porter un vêtement de protection approprié	
R 41	risques de lésions oculaires graves	S37	porter des gants appropriés	
R 50	très toxique pour les organismes aquatiques	S39	porter un appareil de protection des yeux et du visage	
R 67	l'inhalation de vapeurs peut provoquer des somnolences et vertiges	S46	en cas d'ingestion consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette	
		S50	éviter les rejets dans l'environnement	

## Annexe 11 : Tableaux de synthèse des données toxicologiques relatives aux composés chimiques étudiés

Les résultats sont présentés sous forme de tableaux synthétiques pour simplifier la lecture. Les polluants sont regroupés par « famille » :

- polluants classiques de l'air intérieur,
- polluants issus des produits employés dans l'hôpital : produits entretien, stérilisation, anesthésiants.

### Toxicocinétique et métabolisme des différents polluants intérieurs

La nature et les effets des polluants de l'air intérieur sur les organes cibles dépendent de nombreux facteurs tels que la concentration, la voie d'exposition et du « comportement » du polluants dans l'organisme. Le Tableau suivant regroupe les métabolites toxiques formés dans l'organisme humain, les organes cibles ainsi que les taux de métabolisation et d'adsorption des différents composés étudiés.

	métabolites	organes cibles	taux d'absorption	taux de métabolisation
<b>formaldéhyde</b>	acide formique CO2	voie aérienne supérieure	proche 100%	/
<b>benzène</b>	benzène-époxyde puis phénol benzène-dihydrodiol acide S-phénylmercapturique	système hématopoïétique moelle osseuse et graisses	50%	99%
<b>acétaldéhyde</b>	acide N-nitroso-2-méthylthiazolidine 4-carboxylique	sang	95%	100%
<b>PM</b>	<i>pas de données</i>			
<b>DEP</b>	<i>1<sup>ère</sup> étape : hydrolyse en dérivé monoester dans intestin qui a son tour peut être hydrolysé en acide phtalique</i>	foie		
<b>dioxyde d'azote</b>	acide nitrique puis en ions nitrites	poumons	81 à 90%	50%
<b>toluène</b>	acide benzoïque donnant acide hippurique (99%) crésols méthylhydroquinone et méthylbenzoquinone	SNC*	50%	80 à 90%
<b>xylènes</b>	acide méthylbenzoïque puis acide méthylhippurique diméthylphénols (faible quantité)	SNC, sang, poumon, foie	62 à 64%	élevé (voie principale)
<b>triméthylbenzène</b>	acide 3,4-diméthylhippurique (43.2%) acide 3,4-diméthylbenzoïque	SNC		élevé
<b>Dibutylphtalate</b>	<i>pas de données</i>			
<b>FMA</b>	phénomène de déposition puis dissolution	poumon et plèvre		

	métabolites	organes cibles	taux d'absorption	taux de métabolisation
<b>styrène</b>	acide mandélique (60 à 80%) acide phénylglyoxylique	SNC Muqueuses oculaire, nasale et respiratoire	59 à 88%	élevé
<b>FTE</b>	pas de données			

**Composés des produits employés dans l'hôpital : désinfection, stérilisation, anesthésie**

	métabolites	organes cibles	taux d'absorption	taux de métabolisation
<b>éthanol</b>	acétaldéhyde puis acide acétatique CO2	poumons, foie	62%	90-98%
<b>isopropanol</b>	acétone puis acide acétique et formique et conjugaison acide glucuronique CO2	SNC foie, reins	70-90%	
<b>n propanol</b>	acétone acide propionique puis CO2	SNC foie, reins		
<b>bis aminopropyl laurylamine</b>	<i>pas de données</i>			
<b>PHMB</b>	<i>pas de données</i>			
<b>Chlorure de didécylidiméthylammonium voie orale uniquement</b>	<b>pas de métabolisation</b>	<b>foie, poumons et reins</b>		
<b>acide péracétique</b>	acide acétique	poumons		
<b>protoxyde d'azote</b>	<i>peu de modifications métaboliques</i>	poumons		faible
<b>desflurane</b>	<i>peu de modifications métaboliques</i>	poumons sang, cerveau, graisse		0.02% (foie)
<b>sevoflurane</b>	formaldéhyde donnant méthanol et formate hexafluoroisopropanol puis fluorine et le conjugué à l'acide glucuronique CO2	poumons sang, cerveau, graisse		0.5% (foie)

## Toxicité aiguë et chronique chez l'homme

La majorité des études qui évaluent les effets sur la santé humaine dus à l'exposition aux différents composés étudiés concernent la voie respiratoire car il s'agit principalement d'expositions professionnelles.

Les cas d'exposition par voie orale pour les biocides relèvent en grande partie d'ingestion accidentelle ou de résultats d'expérimentation sur des animaux de laboratoire.

voie respiratoire	Symptômes exposition à court terme (aiguë)	Symptômes exposition à long terme (chronique)
<b>formaldéhyde</b>	irritants des voies aériennes supérieures irritant pour les yeux lésions épithélium nasal	irritant des voies aériennes supérieures troubles neurologiques
<b>benzène</b>	effets neurologiques : excitation, troubles de la parole, céphalées, vertiges, insomnies, nausées, fatigue excitation pouvant mener à une narcose irritations cutanées et des dyspnées effets immunologiques	effets hémotoxiques et immunotoxiques : anémie aplasique, pancytopenie, thrombocytopénie, granulopénie, lymphopénie et leucémie diminution éléments cellulaires sanguins (lymphocytes...) donc augmentation de la susceptibilité aux allergies
<b>acétaldéhyde</b>	faible irritant des yeux et des voies respiratoires	effet cardiovasculaire
<b>PM</b>	réaction inflammatoire pulmonaire éphémère : toux, maux de gorge... (études panels)	effet cardiovasculaire (PM2.5) atteintes pulmonaires réduction de l'espérance de vie
<b>DEP</b>	<i>aucune étude n'a porté sur les effets liés à l'inhalation de DEP chez l'homme ou l'animal</i>	
<b>dioxyde d'azote</b>	irritants des muqueuses respiratoires (modification de la résistance bronchique)	atteintes respiratoires et pulmonaires (toux chronique et les infections respiratoires : bronchite ou pneumonie) surtout chez les enfants
<b>toluène</b>	effet neurologique maux de tête, vertiges, muqueuses irritées et somnolence	effets neurologiques sévères (tremblements, ataxie, troubles de la mémoire, atrophie du cervelet) milieu professionnel : altération du comportement, des potentiels évoqués auditifs et visuels, des paramètres électrophysiologiques, de la vision des couleurs
<b>xylènes</b>	effet neurologique irritations de la gorge et du nez troubles respiratoires, cardiovasculaires, gastro-intestinaux et neurologiques. létale aux fortes doses par atteintes pulmonaires	troubles respiratoires, cardiovasculaires, neurologiques et hématologiques
<b>triméthylbenzène</b>	irritant respiratoire effets neurologiques : dépression, tension, anxiété	troubles respiratoires et neurologiques avec atteinte SNC effets hématologiques, pulmonaires
<b>Dibutylphtalate</b>	atteinte pulmonaire effet cardiovasculaire (hypertension)	effets neurologiques
<b>FMA</b>	irritants des muqueuses respiratoires (congestion nasal, maux de gorge, toux...) inflammation pulmonaire	A de fortes doses chez les animaux : fibrose pulmonaire cancer poumon et mésothélium

<b>voie respiratoire</b>	<b>Symptômes exposition à court terme (aiguë)</b>	<b>Symptômes exposition à long terme (chronique)</b>
<b>styrène</b>	irritation nasale et oculaire atteinte SNC	effets neurologiques allant à la dépression SNC et comportementaux (temps de réaction, dextérité manuelle, qualité de la mémoire, rapidité motrice...)
<b>FTE non fumeurs</b>	irritant pour les yeux et les voies respiratoires	effets cardiovasculaires et pulmonaires infections respiratoires chez les enfants

### Produits de nettoyage et de désinfection

<b>Voie respiratoire</b>	<b>Symptômes exposition à court terme (aiguë)</b>	<b>Symptômes exposition à long terme (chronique)</b>
<b>éthanol</b>	irritant pour les yeux et des muqueuses respiratoires excitation allant à la dépression du SNC lésions hépatiques après examen	irritant pour les yeux et les voies aériennes supérieures céphalés, fatigue diminution des capacités de concentrations et de vigilance <i>A de fortes doses, atteintes hépatiques sévères (stéatose, cirrhose...) : résultats anciens non confirmés</i>
<b>n propanol</b>	irritant pour les yeux, nez, gorge effets neurologiques (céphalées, nausées, vertiges) dépression SNC	/
<b>bis aminopropyl laurylamine</b>	/	amines aliphatiques sont une cause reconnue d'asthmes professionnels chez le personnel hospitalier effectuant la désinfection notamment par pulvérisation mais le mécanisme d'action incertain
<b>Chlorure de didécylidiméthylammonium</b>	irritation yeux et muqueuses respiratoires A de fortes doses, nécrose cas sévères ingestion : hypotension, choc, paralysie respiratoire, convulsions, coma et arrêt respiratoire	cas d'asthmes professionnels aux ammoniums quaternaires décrits chez le personnel hospitalier effectuant la désinfection notamment par pulvérisation
<b>acide péracétique</b>	irritant pour les yeux, gorge et nez irritant respiratoire puissant : ataxie, détresse respiratoire, œdème poumon,	irritant des voies respiratoires effets hématologiques et pulmonaire : lésions du parenchyme pulmonaire

<b>Voie orale</b>	<b>Symptômes exposition à court terme (aiguë)</b>	<b>Symptômes exposition à long terme (chronique)</b>
<b>éthanol</b>	effets neuropsychiques : excitation intellectuelle ou psychique, ivresse puis coma	effets neuropsychiques : troubles mémoire... effets digestifs : stéatose, cirrhose hépatique, gastrite effets cardiovasculaires : mycardiopathie, hypertension
<b>n propranol</b>	effets digestifs : nausées, vomissements, diarrhées dépression SNC	aucun effet décrit
<b>bis aminopropyl laurylamine</b>	/	/
<b>Chlorure de didécyldiméthylammonium</b>	brûlure immédiate de la bouche, gorge puis de l'abdomen suivi d'effets neurologiques (agitation, angoisse, confusion) et atteintes musculaires irritation tube digestif signe d'hypotension pouvant se compliquer en insuffisance rénale et cytolysse hépatique rapporté cas sévères : dépression SNC et atteinte musculaire pouvant conduire à un arrêt respiratoire fatal	aucun effet décrit
<b>acide péracétique</b>	très peu de données chez l'homme disponible. effets digestifs à craindre en raison de son pouvoir corrosif	

#### **Gaz anesthésiques**

	<b>Symptômes exposition à court terme (aiguë)</b>	<b>Symptômes exposition à long terme (chronique)</b>
<b>protoxyde d'azote</b>	effet asphyxie, des maux de tête, vertiges et excitation pouvant progresser vers dépression SNC voire la mort irritation des voies respiratoires effets cardiovasculaires et cérébraux nausées, vomissements	effets hématologiques (anémie..) et dans des cas rares, hypothermie effets sur la moelle osseuse et le SNC
<b>desflurane</b>	maux de tête, nausées, vomissements faibles effets cardiovasculaires irritation des voies aériennes supérieures dépression SNC et respiratoire	Des cas rares d'hypothermie maligne pouvant inclure rigidité musculaire, tachycardie, cyanose, arythmie, pression sanguine instable
<b>sevoflurane</b>	maux de tête, nausées, vomissements effets cardiovasculaires et neuromusculaires dépression SNC et respiratoire	Des cas rares d'hypothermie maligne pouvant inclure rigidité musculaire, tachycardie, cyanose, arythmie, pression sanguine instable Réactions allergiques encore plus rare, dysfonctionnement hépatique avec ou sans jaunisse

## Effets cancérigènes et Effets sur la reproduction et le développement

Certaines données épidémiologiques sont disponibles mais le lien entre l'exposition au composé et l'incidence des cancers est en général controversé ou non établi. Le manque de données sur l'exposition, la possibilité d'expositions multiples, ainsi que le faible nombre de personnes considérées sont des obstacles pour interpréter les résultats.

voie respiratoire	cancérogénicité		effets sur la reproduction et le développement	
<b>formaldéhyde</b>	cancer du nasopharynx et des cavités nasales	exposition professionnelle	effet sur la reproduction et sur le poids des enfants à la naissance	exposition professionnelle
<b>benzène</b>	leucémie aiguë myéloïde lymphomes non hodgkiniens	exposition professionnelle	observation augmentation avortements spontanés relation causale non établie	exposition professionnelle
<b>acétaldéhyde</b>				
<b>PM</b>	mortalité cardiovasculaire	étude épidémiologique	/	
<b>DEP</b>	pas connu cancérigène		<i>malformation des bébés (diminution du poids)</i>	<i>expérimentation sur animaux voie orale uniquement</i>
<b>dioxyde d'azote</b>	<i>résultats pas clairs ou pas cohérents</i>	rare études	modifications morphopathologies (poumons, foie...) pour les mères perturbations du développement pré-natal	expérimentation sur animaux
<b>toluène</b>	excès de mortalité tout type de cancers et cancers du tractus respiratoire, de l'estomac et colorectaux	exposition professionnelle	augmentation du risque d'avortement spontané retard du développement (diminution du poids de naissance, retard du développement post-natal et neurotoxicité)	classé par l'Union Européenne en catégorie 3
<b>xylènes</b>	manque d'information	exposition professionnelle	manque de données augmentation du taux d'avortements spontanés	exposition professionnelle
			malformation et retard du développement	expérimentation sur animaux
<b>triméthylbenzène</b>	/		toxicité maternelle sévère (44% mortalité) malformation et retard du développement foetale	expérimentation sur animaux

<b>voie respiratoire</b>	<b>cancérogénicité</b>		<b>effets sur la reproduction et le développement</b>	
<b>dibutylphtalate</b>	/		diminution fertilité pour les deux sexes malformation et retard du développement	expérimentation sur animaux
<b>FMA</b>	cancer poumon et mésothélium pas différent du niveau de base excès cancer du poumon pour laine de roche	exposition professionnelle	<i>pas de soupçons au vu phénomène de déposition et dissolution</i>	
	tumeur pulmonaire et mésothélium pour les fibres céramiques	expérimentation animale		
<b>styrène</b>	/		toxicité maternelle malformations du SNC sur les enfants exposés prénatalement	expérimentation sur animaux
<b>FTE</b>	cancer du poumon mortalité cardiovasculaire cancer sinus paranasaux	exposition personnelle		

### Composés des produits de désinfection et de stérilisation

voie respiratoire	cancérogénicité	effets sur la reproduction et le développement	
éthanol	<i>pas de données sur la cancérogénicité par inhalation beaucoup d'études menées sur l'ingestion d'alcool !</i>	effet sur la fertilité : action spermatogénèse trouble cycle menstruel embryotoxique et foetotoxique	expérimentation animaux
n propanol	<i>voie respiratoire non étudiée</i>		
bis aminopropyl laurylamine	<i>pas de données toxicologiques pour ce composé</i>		
Chlorure de didécyl diméthylammonium	<i>aucune étude n'a montré la possibilité d'effet cancérigène et sur la reproduction des ions ammoniums chez l'homme et les animaux</i>		
acide péracétique	<i>voie respiratoire non étudiée</i>		

voie orale	cancérogénicité		effets sur la reproduction et le développement	
éthanol	facteur de risque cancer pharynx, larynx, oesophage, foie et pancréas	exposition professionnelle	anomalies nouveaux nés suite à une exposition prénatale	expérimentation animaux
n propanol	augmentation tumeurs bénignes et tumeurs hépatiques, rénales, utérins et vésicaux	expérimentation animaux	<i>pas d'études disponibles</i>	
bis aminopropyl laurylamine	<i>pas de données toxicologiques pour ce composé</i>			
Chlorure de didécyl diméthylammonium	pas d'effet cancérigène observé	expérimentation animaux	toxicité maternelle pour la mère à forte dose malformation foetus	expérimentation animaux
acide péracétique	pas d'effet cancérigène ni sur la reproduction et le développement lié à une exposition orale rapporté			

### Gaz anesthésiants

voie respiratoire	cancérogénicité	effets sur la reproduction et le développement	
protoxyde d'azote	<i>aucune étude chez les animaux n'a été menée au niveau de la cancérogénicité du protoxyde d'azote</i>	toxicité maternelle et fœtale effets sur la fertilité : action spermatogénèse	expérimentation animaux
desflurane	<i>aucune étude chez les animaux n'a été menée au niveau de la cancérogénicité du desflurane</i>	A de fortes doses, toxicité maternelle observée	expérimentation animaux
sevoflurane	<i>aucune étude chez les animaux n'a été menée au niveau de la cancérogénicité du sevoflurane</i>	rien n'a été mis en évidence sur la fertilité et la toxicité sur la reproduction et le développement	expérimentation animaux

## Classement de cancérogénicité du CIRC et de l'US EPA

	CAS	CIRC	année	US EPA	année
formaldéhyde	50-00-0	1	2004	B1	1991
benzene	71-43-2	1	1987	A	1997
acetaldehyde	75-07-0	2B	1999	B2	2000
PM10	/	/	/	/	/
DEP	84-66-2	/	/	D	1995
dioxyde d'azote	10102-44-0	/	/	/	/
toluène	108-88-3	3	1999	nc	2005
xylènes	1330-20-7	3	1999	D	1987
triméthylbenzène	25551-13-7	/	/	/	/
Dibutylphtalate	84-74-2	/	/	D	2001
FMA	/	3 / 2B*	2002	B2*	2004
styrene	100-42-5	2B	2002	C	2002
FTE	/	/	/	/	/
chlorure de vinyle	75-01-4	1	1987	A	1993
phénol	108-95-2	3	1999	3	1999
acetone	67-64-1	/	/	D	1992
		CIRC	année	ACGIH (TVL BEI)	
éthanol	64-17-5	/	/	A4	2005
n propanol	71-23-8	/	/	A3	2005
bis aminopropyl laurylamine	2372-82-9	/	/	/	/
Chlorure de didécylidiméthylammonium	7173-51-5	/	/	/	/
acide péracétique	79-21-0	/	/	/	/
protoxyde d'azote	10024-97-2	/	/	A4	2005
desflurane	57041-67-5	/	/	/	/
sevoflurane	28523-86-6	/	/	/	/

\* fibre céramique,  
laine de verre, laine de roche

### CIRC US EPA

1	A	cancérogène chez l'homme
2A	B	Cancérogène probable chez l'homme
2B	C	Cancérogène possible chez l'homme
3	D	Non classable comme cancérogène chez l'homme
4	E	Probablement non cancérogène chez l'homme

### ACGIH TLV BEI (Threshold Limit Values (TLVs®) and Biological Exposure Indices (BEIs®))

A1	Confirmed human carcinogen
A2	Suspected human carcinogen
A3	Confirmed animal carcinogen
A4	Not classifiable as a human carcinogen

## Valeurs Toxicologiques de référence

	CAS	ATSDR	FI	ATSDR	FI	US EPA	FI	OMS	FI
		MRL		MRL		RfC			
		mg/m <sup>3</sup>		mg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>	
		aiguë inhalation		chronique inhalation		chronique inhalation		chronique inhalation	
formaldéhyde	50-00-0	0,05	9	1 10 <sup>-2</sup>	30			/	
benzène	71-43-2	0,16	300	1 10 <sup>-2</sup>	10	30	300	/	
acétaldéhyde	75-07-0	/				9	1000	/	
PM10	/	/		/		/		/	
Diéthylphtalate DEP*	84-66-2	7 (mg/kg/j)	300	0,6 (mg/kg/j)	300	0,8 (mg/kg/j)	1000	/	
dioxyde d'azote	10102-44-0	0,47 (OEHHA, REL)	1	/		/		/	
toluène	108-88-3	3,8	10	0,3	100	5000	10	/	
xylène (o)	1330-20-7	8,7	30	0,22	300			/	
xylène (m)						100	300	/	
xylène (p)								/	
triméthylbenzène	25551-13-7	/		/		/		/	
Dibutylphtalate DnBP*	84-74-2	/		/		0,1 (mg/kg/j)	1000	0,066 (mg/kg/j)	1000
FMA	/	/		0.03 WHO fibers/cc**				/	
styrène	100-42-5	/		0,26	100	1 10 <sup>3</sup>	30	/	
FTE	/	/						/	

Seule des VTR pour la voie orale sont disponibles pour les phtalates.

		VTR avec seuil		
		US EPA	OMS	
		ERUi	Unit risk	
	CAS	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )-1	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )-1	
<b>formaldéhyde</b>	50-00-0	1,3 10 <sup>-5</sup>	/	
<b>benzène</b>	71-43-2	2,2 à 7,8 10 <sup>-6</sup>	6 10 <sup>-6</sup>	
<b>acétaldéhyde</b>	75-07-0	2,2 10 <sup>-6</sup>	1,5 à 9 10 <sup>-7</sup>	
<b>PM10</b>	/	/	/	
<b>DEP</b>	84-66-2	/	/	
<b>dioxyde d'azote</b>	10102-44-0	/	/	
<b>toluène</b>	108-88-3	/	/	
<b>xylènes</b>	1330-20-7	/	/	
<b>triméthylbenzène</b>	25551-13-7	/	/	
<b>Dibutylphtalate</b>	84-74-2	/	/	
<b>FMA</b>	/	/	1 10 <sup>-6</sup> (fibre/L)-1	tumeur poumon pour fibre céramique
<b>styrène</b>	100-42-5	/	/	
<b>FTE</b>	/	/	1 10 <sup>-3</sup>	vie entière

---

# Abstract

---

## Hospital Air Quality and Treatments: Patients or professional at risk of chemical pollution?

An hospital is a public institution which receives different kind of people: patients, personnel and visitors. It requires a good indoor air quality to ensure comfort and to protect occupants, especially vulnerable people. An air treatment system is present to provide ventilation and air conditioning. The regulations in hospital concern this air treatment to prevent biological contamination. Installations, minimum ventilation rate, local exhausts are imposed in most of places but no obligation of results is mentioned.

In a hospital, chemical air pollutants is not a well documented subject, although a lot of publications concern the microbiological contamination because of airborne nosocomial infections. But several hospitals' specific activities use chemical substances that can produce indoor air pollutants. And an urban implantation involves ambient air pollution which can be distributed in the hospital.

In this context, the report takes place in Lénvial hospital, specializes in paediatrics in Nice. The description of the modern hospital structure based in an urban area has been realized. Buildings materials, interior covering, hospital activities (hygiene, surgery), air treatment process, ambient air impact on indoor air quality were specified in order to develop a list of chemical substances potentially found in indoor air in hospital. Twenty pollutants were chosen to describe hospital environment.

Finally, a health risk assessment has been applied to describe the current knowledge to answer the question: Does the chemical compounds pose any risk to health? Few data are available concerning the hospital products (disinfectant, sterilisant...) to identify their health effect. Then, no exposition data are measured in hospital's room. It is necessary to improve the knowledge in this way to evaluate the chemical risk.

### **Key words:**

indoor air quality; hospital; chemical pollutants ;risk to health