

ENSP

ECOLE NATIONALE DE
LA SANTE PUBLIQUE

RENNES



Ingénieur du Génie Sanitaire
Promotion : **2005-2006**
Date du Jury : **septembre 2006**

Evaluation des risques liés au traitement de l'air dans le service hématologie du CHU de Toulouse

Présentée par :
Cédric BOUR
IGS 2005-2006

Référent Professionnel :
Pr. Nicole MARTY

Référent Pédagogique :
Jean Lesne
ENSP

Résumé

Au CHU de Toulouse, l'enquête de prévalence de 2001 a mis en évidence une incidence pour les infections nosocomiales de 6,8%. Parmi ces infections, celles liées à la qualité de l'air jouent un rôle important surtout pour les patients immunodéprimés du service hématologie. De plus dans l'hôpital Purpan, la situation de travaux accroît ce risque d'infection et tout particulièrement celui lié aux *Aspergillus*.

L'objectif de ce mémoire a été de mettre en place des recommandations basées sur les protocoles et les outils existant afin d'améliorer la gestion du risque aéroportées dans le service hématologie.

La revue de la réglementation sur le traitement de l'air a montré le caractère obsolète des règles issues du Code du Travail et de la Réglementation Sanitaire Départementale compte tenu du risque spécifique en hématologie. C'est pourquoi les mesures prises par le CLIN se basent sur les normes relatives au traitement d'air dans les salles à environnement maîtrisées.

Sur la base de ces recommandations nous avons réalisé un bilan sur le système de traitement d'air en place. Pour évaluer l'efficacité du traitement nous avons engagé des campagnes de mesure et des inspections du système qui nous ont permis de déceler quelques anomalies. La question de la maintenance a également été abordée.

Le bilan sur la surveillance environnementale basée sur les prélèvements d'air et de contact réalisés entre 2003 et 2005 a permis de déterminer la contamination aéroportée bactériologique et mycologique dans les unités.

La réalisation d'une évaluation de risque sanitaire sur les infections liées aux *Aspergillus* se heurte à un certain nombre de problèmes qui sont liés à un manque de connaissances scientifique certain sur les caractéristiques des *Aspergillus* et des infections liées à ce champignon.

L'ensemble de ces considérations a confirmé la nécessité d'améliorer la gestion du risque aéroporté. Cela passe par une meilleure maîtrise du système de traitement d'air et un travail de maintenance important (contrôle des débits et des pressions). Des réflexions sur l'utilisation d'outils adaptés, sur l'importance de la formation et de la communication dans la politique de gestion sont également à aborder.

ABSTRACT

At Toulouse Hospital, in the year 2001, the incidence of nosocomial infections has been estimated at 6,8%. Those, which are linked to the air contamination, are very important, especially for immunosuppressed patients of haematology area. Moreover, in Purpan Hospital, there is nowadays an increase of the infection risk, because of building works. This risk is especially due to *Aspergillus*.

The objective of this report is to put in place some recommendations based on the protocols and tools applied actually, in order to improve the airborne risk management in the service of haematology.

The review of the rules on air treatment showed that the legislation from the fair labour standards act and the departmental medical payment are not adapted to the specific risk in haematology. That's why, the CLIN takes decisions on the base of the standards relating to the air treatment in the rooms with controlled environment.

Based on these recommendations, we realised an assessment of the air treatment system in place. To evaluate the capacity of the treatment, we made some measures and an inspection of the system. So, we found some anomalies. The question of the maintenance has been treated too.

The assessment of the environmental monitoring from the air and contact samples realised between 2003 and 2005 permitted to determine the bacteriological and fungal airborne contamination of the service.

The sanitary risk evaluation of the *Aspergillus* infection has to face with some problems link to the lack of knowledge about the characteristics of *Aspergillus* and his infections

All of these considerations confirmed the necessity to improve the airborne risk management. It means a best control of the air treatment system and a work of maintenance continuous (control of the airflow and the pressure) Reflections about the use of appropriated tools, the need of formations and the communication in the management politic are broach too.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur Nicole MARTY de m'avoir accueilli au laboratoire d'hygiène du CHU de Toulouse et de m'avoir permis de réaliser ce mémoire.

Je remercie Nicole MARTY pour son aide lors de la relecture et de la finalisation de ce document.

Je suis reconnaissant des conseils que m'ont apportés Mr Lesne et le Professeur Junod. Ce travail a été effectué en collaboration avec plusieurs services du CHU de Toulouse. Je remercie le personnel des services techniques et en particulier Mr Kiener et Mr Delmau pour leur aide et leur sympathie malgré leur emploi du temps surchargé.

Je suis également reconnaissant envers les membres du personnel du laboratoire d'hygiène pour leurs conseils.

Je tiens aussi à remercier Madame Bendayan et Monsieur Verdeil ainsi que toute l'équipe opératoire d'hygiène hospitalière pour leurs conseils et leur participation à ce travail.

Pour finir, un merci particulier à Myriam Lassalle pour sa sympathie tout au long du stage.

Sommaire

1	Présentation du CHU de Toulouse	3
1.1	Organisation du service d'hématologie	3
1.1.1	L'Hôpital de Jour	3
1.1.2	Unité Jolly	3
1.1.3	Ehrlich	4
1.1.4	Hayem	5
1.1.5	Unité Monnier (greffe de moelle)	6
1.2	Organisation de la lutte contre les infections nosocomiales	7
1.2.1	Acteurs de la lutte contre les infections nosocomiales	7
1.2.2	Moyens de la lutte contre les risques d'infections nosocomiales liées à l'air	8
2	Risques aéroportés dans le département hématologie	9
2.1	Les agents des infections nosocomiales aéroportés	9
2.1.1	Les infections nosocomiales bactériennes	9
2.1.2	Les infections nosocomiales virales	10
2.1.3	Les infections nosocomiales mycologiques	10
2.1.4	Les <i>Aspergillus</i>	10
2.2	Sensibilité des patients immunodéprimés aux risques aspergillaires	11
2.2.1	La neutropénie	11
2.2.2	Corticothérapie	12
2.2.3	Colonisation par <i>Aspergillus</i> des voies aériennes supérieures	12
2.2.4	Antécédent d'aspergillose	12
2.2.5	Allogreffe de cellules souches	12
3	Obligations réglementaires	13
3.1	Qualité de l'air intérieur	13
3.1.1	Le Code du Travail (décret du 31 mars 1992)	13
3.1.2	Le Règlement Sanitaire Départemental (RSD)	14
3.1.3	La réglementation relative à la sécurité contre l'incendie	15
3.1.4	Cadre normatif	15
3.2	Signalement des infections nosocomiales :	16
3.3	Infection Nosocomiales	17
3.3.1	Information des patients :	17
3.3.2	Responsabilité des établissement de santé	17

4	Problématique spécifique au CHU de Toulouse	18
4.1	Résultat de l'audit du C-CLIN Sud Ouest	18
4.2	Augmentation du risque de contamination	19
4.2.1	Historique et description des projets	19
4.2.2	Risques liés aux travaux.....	19
5	Rappel des objectifs du mémoire	21
6	Méthodologie	22
6.1	Revue bibliographique.....	22
6.2	Entretiens avec les acteurs	22
6.2.1	Choix des acteurs :	22
6.2.2	Echanges avec ces acteurs :	22
6.3	Visites des centrales de traitement d'air	22
6.4	Visites des unités de soins.....	23
7	Bilan des techniques de traitement de l'air	24
7.1	Présentation des différents types de traitement proposés	24
7.2	Description du traitement de l'air dans le service Hématologie :	24
7.2.1	Caractéristiques des centrales de traitement d'air :	25
7.2.2	Travaux de maintenance sur les appareils de traitement d'air	27
8	Bilan des analyses microbiologiques de l'air	29
8.1	Surveillance de l'environnement :	29
8.1.1	Surveillance bactérienne	29
8.1.2	Surveillance mycologique.....	31
8.2	Bilan des cas d'aspergillose survenus au sein de ces services.	36
8.2.1	Détection d'un cas d'aspergillose invasive	36
8.2.2	Détermination du caractère nosocomial :	36
8.2.3	Bilan épidémiologique des cas d'aspergillose nosocomiales 2003 / 2005	37
9	Proposition de protocole pour l'évaluation et la gestion du risque aéroporté	39
9.1	Evaluation du risque aéroporté.....	39
9.1.1	Identification du danger :	39
9.1.2	Choix d'une Valeur toxicologique de référenceTR	39
9.1.3	Exposition potentielle :	39

9.1.4 Etudes épidémiologiques.....	40
9.2 Gestion du risque aéroporté :.....	41
9.2.1 Définition des niveaux bactériologiques.....	41
9.2.2 Surveillance systématique de l'environnement.....	41
9.2.3 Maîtrise des risques liés aux travaux.....	41
9.2.4 Mesures des caractéristiques des CTA	42
9.2.5 Organisation.....	42
9.2.6 Maintenance et Prévention:	43
9.2.7 Formation du personnel :	44
9.2.8 Communication Personnel médical / service technique / EOHH	44
9.2.9 Sensibilisation des patients et des visiteurs:.....	44
10 Discussion.....	45
10.1 Pourquoi y a-t-il des cas à Ehrlich et pas à Hayem ?.....	45
10.2 Politique de prévention :	45
10.3 Confort / sécurité / traitement des patients.....	46
10.4 Extrapolation du mémoire:	46
Conclusion.....	47
Bibliographie	I
Liste des annexes	IV

Liste des sigles utilisés

AFNOR Association Française de Normalisation
ASPEC Association pour la Prévention et l'Etude de la Contamination
AI Aspergillose invasive
AS Aide Soignante
CDC Center of Disease Control
CHU Centre Hospitalier Universitaire
CLIN Comité de Lutte contre les Infections Nosocomiales
CTA Centrale de Traitement d'Air
CTIN Comité Technique National des Infections Nosocomiales
DGS Direction Générale de la Santé
DHOS Direction de l'hospitalisation et de l'Organisation des soins
EOHH Equipe opérationnelle d'hygiène
GBM Génie Biomédical
HACCP Hazard Analysis Critical Control Point
IN Infection Nosocomiale
ISO International Standard Organisation
PNN polynucléaires neutrophiles
VTR Valeur toxicologique de référence

INTRODUCTION

Une infection nosocomiale est une infection qui a été contractée dans un établissement de soins. Cette infection peut-être directement reliée aux soins ou simplement survenir indépendamment de tout acte médical.

La surveillance des infections nosocomiales représente aujourd'hui un enjeu très important. Des enquêtes de prévalence ont été instaurées en 1996 par l'INVS avec comme objectif l'estimation et la surveillance, grâce à cet indicateur, de l'évolution des cas d'infections nosocomiales en France.

Le résultat du CHU de Toulouse concernant les infections nosocomiales en 2001 était de 6,8%, alors que la prévalence au niveau national était de 7,5%, ce qui place le CHU en bonne position. Cependant il n'est pas possible de se contenter de tels résultats, et la lutte contre ces infections reste une priorité de l'hôpital du seul fait de l'enjeu concernant la santé des patients. En effet, parmi ces personnes infectées au niveau national, 5000 à 10 000 en meurt chaque année, ce qui représente un impact de santé publique important

De plus avec la prise de conscience de la population suite à la forte médiatisation de certains épisodes d'infections, la réglementation est devenue de plus en plus stricte et de nouvelles normes ont fixé des objectifs de plus en plus élevés. Les acteurs qui ont pour rôle d'organiser la lutte contre ces infections au sein des hôpitaux doivent constamment évaluer, prévoir et corriger les situations à infection nosocomiales.

D'autres enjeux, tel que celui associé à l'impact financier, peuvent également être mis en avant. Il faut prendre en compte les soins qui doivent être prodigués en plus du traitement normal à ces malades. Les traitements curatifs et les frais d'hospitalisation ont un coût important.

Actuellement, le CHU de Toulouse est confronté à une situation à fort risque de contamination de l'air dans le service hématologie avec la présence de nombreux travaux aussi bien en interne qu'en externe à proximité. Un risque essentiel qui a été mis en évidence de par son incidence dans ce genre de scénario, est l'infection liée au genre *Aspergillus*. Il attire depuis quelques temps fortement l'attention du CLIN.

On connaît en général les facteurs qui sont susceptibles de jouer un rôle dans l'incidence de l'infection. On peut distinguer deux types de facteurs. Ceux intrinsèques à la pathologie du malade sur lesquels, en dehors du traitement médical, il n'est pas possible d'agir. Ceux qui sont liés à l'environnement du patient, tels que la réalisation travaux, le non respect des règles d'hygiène, la non-conformité du traitement d'air, etc., pour lesquels des moyens de prévention peuvent et doivent être engagés.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce mémoire. Les patients du services hématologie, de par leur état d'immunodépression, représentent des malades à haut risque pour lesquels des mesures spéciales doivent être prises.

L'objectif de ce mémoire va être tout d'abord d'effectuer un état des lieux de la situation du CHU de Toulouse dans la lutte contre les infections nosocomiales aéroportées et plus spécialement dans le service hématologie. Suite à la revue du contexte réglementaire et normatif, nous effectuerons un bilan du traitement de l'air et de la surveillance microbiologique dans les différentes unités, pour pouvoir évaluer le risque aéroporté et proposer des moyens de gestion pour le diminuer.

1 Présentation du CHU de Toulouse

Les Hôpitaux de Toulouse représente un pôle régional de référence pour le secteur sanitaire. Il se situe au quatrième rang des hôpitaux français en terme d'activité. Il a accueilli pour l'année 2005 environ 175 000 patients Il est le seul centre de soins pour traiter les malades atteints de cancers hématologiques. Comprenant plusieurs établissements implantés sur la ville de Toulouse, c'est à Purpan que se trouve le service hématologie.

1.1 Organisation du service d'hématologie

Au sein du site de Purpan, le service hématologie est dirigé par un Professeur responsable de l'ensemble des unités fonctionnelles (UF). Le service est organisé en fonction de la pathologie des malades selon 5 unités fonctionnelles :

1.1.1 L'Hôpital de Jour

L'hôpital de jour accueille des patients pour des consultations journalières. Aucun malade n'y passe de nuit. Il est constitué de 14 lits et accueille en moyenne 18 patients par jour. Il est plein en permanence et cinq infirmières y travaillent du lundi au vendredi.

L'activité au sein de cette unité est :

- Les bilans des malades des autres UF
- Les chimiothérapies d'une journée
- Les transfusions sanguines
- Les traitements d'immunoglobulines

Etant donné l'activité de cette unité, il semble que le traitement d'air ne joue pas un rôle prépondérant dans la lutte contre les infections nosocomiales. En effet, les patients sont présents sur une durée inférieure à 24 heures qui ne permet pas de déterminer le caractère nosocomial ou non d'une possible infection. Nous n'allons donc pas considérer cette unité dans la suite de l'étude.

1.1.2 Unité Jolly

A) Composition de l'équipe de soin du service :

- Un cadre de santé
- Aides Soignantes : 10 personnes travaillent en tant qu'aide soignante (AS). Neuf sont à temps plein et une à mi-temps (2 AS le matin, 2 l'après midi, 1 AS de nuit) Lorsque des AS sont en trop, elles renforcent l'équipe de l'hôpital du jour.
- 10 infirmières présentant le même système de fonctionnement que les AS.
- 2 médecins rattachés au service

B) Activité de l'unité :

- Nombre de patients hospitalisés en 2005 : 661
- Durée Moyenne de Séjour (DMS): aux alentours de soixante douze heures.

C) Pathologies traitées dans l'unité :

Les pathologies traitées sont les lymphomes et les myélomes.

- Le lymphome est une prolifération cellulaire maligne du tissu lymphoïde.
- Le myélome multiple ou maladie de Kahler est une prolifération maligne des plasmocytes, initialement localisée dans la moelle osseuse.

Les lymphomes et les myélomes sont traités par chimiothérapie et antibiothérapie.

Les patients ne sont en général pas en aplasie totale, il n'y a pas de nécessité de les installer dans une chambre stérile. C'est pourquoi ils peuvent retourner après quelques jours à leur domicile, en restant sous antibiothérapie. Un retour à l'hôpital se fait au bout de 15 jours à 1 mois.

Il est parfois envisagé, en fonction de l'évolution de la maladie, d'en recourir à la plasmaphérèse ou à l'autogreffe de cellules souches.

L'aplasie est la plus importante sous 8 à 10 jours, alors que les patients sont à leur domicile. C'est pourquoi, un projet de soin pour gérer les risques d'aplasie à la maison est à l'étude. En effet, il a été mis en évidence un manque de relais entre les équipes de soin et les patients : le projet consisterait en un suivi téléphonique effectué par une infirmière avec une grille de renseignement prédéfinie, transmise au médecin pour un bilan biologique.

D) Organisation des visites

Les visites pour les patients atteints d'aplasie sont limitées à une ou deux personnes par jour. Dans ce cas, les visiteurs portent une surblouse, des gants, un masque et des surchaussures.

Il n'y a pas de restriction supplémentaire.

1.1.3 Unité Ehrlich

A) Composition de l'équipe de soin du service :

- 1 cadre de santé
- AS : 10 personnes (9 à temps plein et 1 à 80%)
- Infirmières : 17 infirmières travaillent dans le service (10 à temps plein, 4 à mi-temps et 3 à 80 %)
- 2 médecins rattachés au service

B) Activité de l'unité :

- Nombre de lits : 19
- Nombre de Patients accueillis en 2005 : 631
- DMS : 10,61 jours sachant que $\frac{3}{4}$ des patients y sont admis pour des leucémies ou des consolidations de traitement.

C) Pathologies traitées dans l'unité :

La répartition des pathologies traitées dans l'unité est faite de la manière suivante :

A 95%, les patients sont atteints de leucémies et pour 5% ce sont des myélomes ou des lymphomes.

La leucémie est définie par une prolifération anormale de précurseurs des globules blancs, bloqués à un stade de différenciation, qui finissent par envahir complètement la moelle osseuse. S'installe alors un tableau d'insuffisance médullaire avec production insuffisante de globules rouges (source d'anémie) de globules blancs normaux, polynucléaires principalement (leuconéutropie, source d'infections graves) et de plaquettes (thrombopénie, source d'hémorragies provoquées ou spontanées).

Historiquement, on distingue selon la vitesse d'évolution deux types de leucémies :

- Les leucémies aiguës : dans cette catégorie, on distingue trois sous types selon la lignée cellulaire qui est en cause : les leucémies aiguës lymphoblastiques (LAL) fréquentes chez l'enfant, les leucémies aiguës myéloblastique (LAM) fréquentes chez l'adulte et la leucémie de Burkitt qui relève d'un traitement différent. Ces leucémies se traitent par une chimiothérapie intensive afin de détruire les cellules anormales (blastés). Après cette phase, le patient se retrouve en phase d'aplasie. C'est durant cette phase que le patient est le plus sensible aux infections, car il ne peut plus renouveler seul son système immunitaire. Plusieurs cures sont nécessaires (induction, consolidation et entretien) et donc plusieurs séjours à

l'hôpital. Une greffe de moelle peut être indiquée pour certains types et pour les formes ayant le pronostic le plus sévère, ou en cas de rechute.

- Les leucémies chroniques : dans cette catégorie, on trouve la leucémie myéloïde chronique (LMC) essentiellement chez l'adulte et la leucémie lymphoïde chronique (LLC) seulement au 3^{ème} et 4^{ème} âge. La LMC se traite actuellement en première intention par un médicament qui agit sur les cellules leucémiques. Ce traitement est effectué à domicile mais lorsque cette maladie s'acutise pour devenir une leucémie aiguë, le traitement devient alors la chimiothérapie. La greffe de moelle allogénique peut être envisagée. La LLC se traite par chimiothérapie.

D) Organisation des visites :

Le nombre de visiteurs pour les patients en phase d'aplasie est limité à deux par chambre. Il est difficile de faire respecter cela dans le cas de chambres doubles. Lorsque des précautions doivent être prises pour les visiteurs, une affiche est installée.

1.1.4 Unité Hayem

A) Composition de l'équipe de soin du service :

- 1 cadre de santé
- AS : 17
- Infirmières : 23

B) Activité de l'unité :

- Nombre de lits : 10
- Nombre de patients en 2005 : 387
- DMS: 8,45j sachant que les $\frac{3}{4}$ des patients sont hospitalisés de 3 à 4 semaines, les autres n'y restent que quelques jours

C) Plan de l'unité

Le plan de l'unité est présenté en annexe.

D) Pathologies traitées dans l'unité

L'activité de l'unité Hayem est basée sur le traitement lié à la greffe de moelle. Les patients sont hospitalisés pour réaliser les autogreffes de moelle, pour les bilans et diagnostics concernant les allogreffes de moelle et pour les complications suite à une allogreffe.

Le traitement par greffe de moelle osseuse a pour objet d'éradiquer le clone leucémique, pour permettre la restauration d'une hématopoïèse normale et le repeuplement de la moelle par des cellules cytogénétiquement normale. Il permet d'augmenter d'un facteur 3 à 8 les posologies médicamenteuses par rapport à une cure de chimiothérapie conventionnelle et donc d'obtenir un taux de réponse élevé dans le cas de tumeurs résistantes et récidivantes.

Dans le cas de la greffe de moelle osseuse autologue, la moelle est prélevée chez le patient lui-même, ce qui élimine le risque de réactions immunitaires. Les cellules saines sont obtenues, par un traitement chimique visant à détruire les cellules malignes ou par une sélection positive au moyen d'anticorps monoclonaux. ?

E) Organisation des visites :

Si le patient est en phase d'aplasie, le nombre de visiteur est limité à un par jour. *A priori*, les malades dans ce cas sont placés en chambre individuelle. Cependant il peut arriver qu'il n'y ait pas de chambre simple vide, deux patients en aplasie sont alors isolés dans la même chambre double. Dans ce cas, le nombre de visiteur est limité à une personne par patient et par jour.

Lorsque les patients ne sont pas en aplasie et que le risque d'infection est plus faible, le nombre de visiteurs est illimité.

1.1.5 Unité Monnier (greffe de moelle)

A) Composition de l'équipe de soin de l'unité :

Elle est la même que pour l'unité Hayem.

B) Activité de l'unité

- Nombre de lits : 4 lits
- Nombre de patients en 2005 : 46
- DMS : 40 jours

C) Plan de l'unité

Le plan de l'unité est présenté en annexe.

D) Pathologies traitées dans l'unité

Les patients admis en greffe de moelle sont ceux réalisant des allogreffes de moelle.

Les allogreffes proviennent de moelle osseuse saine de donneurs qui diffèrent génétiquement du receveur. Il s'agit habituellement de frères ou de soeurs porteurs des mêmes antigènes HLA (associés aux leucocytes humains). Ces antigènes, reconnus par les lymphocytes T, identifient les cellules "étrangères" à l'organisme. Les sources idéales pour la compatibilité de moelle osseuse sont les vrais jumeaux, mais sont moins efficaces pour lutter contre la leucémie. Des greffes de moelle provenant de donneurs non apparentés, mais compatibles, peuvent également réussir. En pratique, l'allogreffe ne représente que 20% des patients, du fait du nombre limité de donneurs apparentés ou ayant un système HLA différent.

La rémission est considérée comme complète lorsque le nombre de cellules leucémiques est réduit à un niveau indétectable, et celui des leucocytes et des plaquettes redevient normal. Mais, la durée de rémission et la survie globale restent faibles chez ces patients.

Pour la Greffe de Moelle, les visites se font par le couloir visiteur avec le port de surchaussure.

E) Organisation des visites

Un couloir visiteur situé le long des chambres est utilisé. Les visiteurs n'ont pas le droit de pénétrer dans les chambres.

A partir de ce rapide tour d'horizon des différentes unités qui composent le service d'hématologie, on peut déjà voir apparaître une certaine disparité d'une unité à l'autre. D'abord par les pathologies qui y sont traitées, cette différence se caractérise ensuite

par une architecture propre à chacune et une durée moyenne de séjour qui varie avec l'unité Monnier accueillant les malades sur les durées les plus longues.

1.2 Organisation de la lutte contre les infections nosocomiales

1.2.1 Acteurs de la lutte contre les infections nosocomiales

L'organisation de la lutte contre les infections nosocomiales se fait, au CHU de Toulouse comme dans les autres établissements, selon les obligations définies par la circulaire DGS/DHOS/E2-n°645 du 29 Décembre 2000.

A) Le CLIN

Le comité de Lutte contre les Infection Nosocomiales a comme rôle principal au sein du CHU de Toulouse de définir un programme d'action pour assurer la prévention des infections nosocomiales. Il analyse la situation en matière d'infection nosocomiale et définit la stratégie de prévention, de surveillance, de formation, d'information et d'évaluation dans l'établissement.

Il est également chargé de définir, en relation avec les professionnels de soins, les méthodes et indicateurs adaptés aux activités de l'établissement de santé permettant l'identification, l'analyse et le suivi des risques infectieux nosocomiaux.

Il est composé au maximum de 22 membres (Décret n°99-1034 du 6 décembre 1999) et travaille en collaboration avec l'Equipe Opérationnelle d'Hygiène Hospitalière et le Groupe Permanent de Liaison et d'Information (GPLI).

Le CLIN du CHU de Toulouse a été mis en place en 1988, et depuis 1999, un seul CLIN représente l'ensemble du CHU de Toulouse. Il se réunit, selon les textes réglementaires, au minimum trois fois par an.

A Toulouse, quatre réunions par an minimum se tiennent pour le CLIN

Le GPLI se réunit un mois avant chaque réunion du CLIN afin d'en définir l'ordre du jour et préparer les différents dossiers qui vont y être traités.

B) Unité Opérationnelle d'Hygiène Hospitalière

Elle a pour mission, dans le cadre des orientations définies par le CLIN, la mise en oeuvre et l'évaluation des actions de lutte contre les infections nosocomiales. Elle prépare, avec le service concerné, les protocoles de soins liés à l'hygiène et s'assure de leur application. Elle est la garante du respect des notes CLIN.

Elle réalise la surveillance des infections nosocomiales, plus particulièrement la validation et l'analyse des informations collectées et leur diffusion vers les services concernés.

Elle joue le rôle d'intermédiaire entre le CLIN et les services de l'hôpital, en tant que conseil.

Elle va s'assurer, lors de travaux, du respect des recommandations et guides de bonne pratique.

C) Services techniques

Le service technique joue également un rôle important dans le cadre de la lutte contre les infections nosocomiales. C'est lui qui est en charge de la surveillance du bon fonctionnement des appareils et qui entreprend les actions de maintenance et de réparation en cas de problèmes. Concernant le système de traitement d'air, c'est l'équipe climatisation qui est le service référent. Lorsque l'ordre du jour l'exige il peut être convié au GPLI ou parfois même au CLIN pour donner son avis et ses conseils concernant la gestion technique des installations. Cette participation à la lutte contre les infections nosocomiales se base sur la communication.

D) Laboratoire de bactériologie hygiène

Il intervient dans la lutte contre les infections nosocomiales par la détection des problèmes infectieux. C'est lui qui effectue les prélèvements dans les chambres du département hématologie et qui réalise ensuite les analyses bactériologiques afin de déterminer s'il y a ou non une contamination de l'environnement.

E) Laboratoire de parasitologie-mycologie

Il reçoit les échantillons d'air et de surface transmis par le laboratoire d'hygiène afin de réaliser les analyses mycologiques.

F) Personnel du service hématologie

Il joue un rôle prépondérant dans la prévention des infections contractées à l'hôpital. C'est lui qui est quotidiennement au contact des patients et du donc susceptible de contaminer son environnement. Le respect de règles d'hygiène strictes est obligatoire afin que les systèmes de traitement d'air aient une efficacité maximale.

1.2.2 Moyens de la lutte contre les risques d'infections nosocomiales liées à l'air

Dans le cadre de la lutte contre les infections nosocomiales, des actions ont été mises en œuvre afin que les dispositions prises soient suivies. Ainsi, parmi les moyens mis en œuvre concernant les risques aéroportés, on trouve :

- Notes CLIN :
 - Divers – VI (Note n°12) « Recommandations d'hygiène pour les agents des services techniques » : le but de cette note est de sensibiliser le personnel technique aux risques infectieux liés à leurs interventions (travaux de réparation, entretien, maintenance ou démolition/construction) et aux mesures qu'ils doivent prendre pour les diminuer
 - Environnement – V Note n°6 : « Surveillance microbiologique de l'environnement » : Cette note a pour objectif de définir une stratégie de contrôle de l'environnement.
 - Environnement – V Note n°5 : « Prévention du risque aspergillaire lors de travaux » : Elle vise à définir la conduite à tenir lors de travaux pour maîtriser le risque lié à l'Infection Aspergillaire.
- Procédures :
 - « Entretien quotidien d'une chambre protégée » : rédigée par l'EOHH visant à réduire le risque de contamination microbienne de l'environnement.
- Formations :
 - Des formations continues en hygiène sont organisées à différents niveaux : AS, infirmières, médecins.

2 Risques aéroportés dans le département hématologie

2.1 Les agents des infections nosocomiales aéroportés

L'air est un vecteur de nombreux micro-organismes qui sont pour leur majorité non pathogènes pour le sujet sain. Cependant, lors de la conférence de consensus de 1970, Brachman a estimé que 10 à 20% des infections nosocomiales endémiques provenaient d'une transmission aéroportée, comprenant les transmissions inter-humaines. Dans le secteur hématologie, les patients sont d'autant plus exposés du fait de leur situation d'aplasie. Il est donc important d'étudier les différents micro-organismes présents dans l'air susceptibles de provoquer ces infections.

2.1.1 Les infections nosocomiales bactériennes.

La flore aéroportée que l'on retrouve dans le milieu hospitalier est composée à 90% de germes commensaux. Ces bactéries, d'origine cutanée, ORL ou digestive sont mise en suspension par les flux d'air. Parmi les espèces le plus souvent isolées on trouve les cocci à Gram positifs : Staphylocoques et Streptocoques, les bacilles à Gram positif : Corynébactéries commensales et à Gram négatif tel que les *Hameophilus*. Ils sont plus ou moins persistant dans l'air selon leur durée de vie

La flore saprophyte d'origine aérienne, provenant de l'extérieur, mais que l'on peut également retrouver dans l'air hospitalier présente rarement un caractère pathogène. Essentiellement composée de *Bacillus*, sa concentration et sa composition varient fortement selon les données environnementales (géographie, saison...).

Ainsi la présence de flore pathogène dans l'environnement du patient est fortement liée aux personnes entrant en contact avec lui. Des porteurs sains, ou des patients infectés peuvent contaminer l'air et donc le malade.

- Les vecteurs de réservoirs microbiens :

Les vecteurs de réservoirs microbiens peuvent être d'origine humaine ou environnementale et se présentent sous forme solide ou liquide.

Les vecteurs d'origine humaine sont les suivants :

- Les gouttelettes de Pflügge : ce sont les gouttelettes rhino-pharyngées émises lors de la parole, de la toux ou de l'éternuement. Leur diamètre est compris entre 5 et 100 μm et sédimentent donc plus ou moins vite. Elles perdent au fur et à mesure leur eau pour former des noyaux de 0,5 μm appelés droplet nucléi.
- Les droplet nucléi : Noyau de condensation résistant dans l'air et facilement disséminables dans l'environnement. Leur vitesse de sédimentation est pratiquement nulle. Ils sont le support concentré de germes pathogènes ou saprophytes Ils pénètrent profondément dans les voies respiratoires et atteignent facilement les alvéoles pulmonaires.
- Les squames cutanées provenant de la desquamation naturelle de la peau et les phanères (particules de poils, d'ongles et autres dérivés protecteur de l'épiderme)

Les vecteurs d'origine environnementale sont les suivants

- Les particules de poussière d'origine végétale ou minérale de taille variable entre 10 et 100 μm , elles sédimentent à la vitesse de 0,3 m/min à 0,3m/s et hébergent des organismes saprophytes.
- Les particules textiles qui après avoir sédimenté vers le sol sont remises en suspension par les mouvements du personnel ou les flux d'air. Du fait de leur charge électrostatique, elles se couvrent de micro-organismes.

2.1.2 Les infections nosocomiales virales

Les infections nosocomiales virales n'ont pas le même impact selon le service que l'on considère : en effet, avec une moyenne de 5%, elle peuvent atteindre jusqu'à 25% dans les services accueillant des enfants.

Les infections virales n'ont pas une origine environnementale mais communautaire : elles peuvent être transmises par l'ensemble des personnes en contact avec le patient. En France, les virus les plus représentés sont les Rotavirus et le virus respiratoire Syncytial, qui surviennent essentiellement en hiver de façon épidémique.

Les virus résistent peu dans l'environnement, ils se transmettent essentiellement d'individus à individus. Ils peuvent être transmis par les sujets infectés symptomatiques mais également asymptomatiques. Ce pose alors un problème : on n'a pas de moyen de détecter une personne infectée qui ne présente pas de symptôme.

De par leur taille (0,01µm à 0,4µm), les systèmes de traitement d'air ne sont pas efficaces contre ces microorganismes. De plus étant donné la difficulté de détecter les virus dans l'air et le fait qu'il n'existe pas de moyen d'effectuer une analyse en culture afin d'identifier ces virus dans l'air, il n'y a pas au sein du CHU de Toulouse de surveillance d'environnement concernant les infections nosocomiales virales.

2.1.3 Les infections nosocomiales mycologiques

Seul une centaine d'espèces de champignon parmi les 200 000 espèces existantes sont des sources d'infections mycologiques. Ce sont en particulier les champignons telluriques parmi lesquels on trouve les Mucorales.

Les infections à genre *Aspergillus* représentent, dans les secteurs d'hématologie, un risque très important pour les patients immunodéprimés. C'est pourquoi il est indispensable d'étudier de plus près ce champignon.

2.1.4 Les *Aspergillus*

Aspergillus est un champignon filamenteux à croissance rapide dont les spores sont véhiculées par l'air et sont inhalées par tous les individus.

Les *Aspergillus* sont ubiquitaires et présents dans toutes les régions du monde aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur. L'environnement rural est la source majeure de cet organisme, mais on peut également le retrouver dans le milieu urbain, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur avec des sources telles que les fleurs, les plantes en pot, les conduits d'aération, les faux plafonds...

De plus sa concentration dans l'environnement varie selon le lieu géographique et la saison. Lors d'un ancien mémoire réalisé au CHU de Toulouse, il a été prouvé que concernant l'hôpital de Toulouse, c'est durant la saison été que la concentration d'*Aspergillus* est la plus importante.

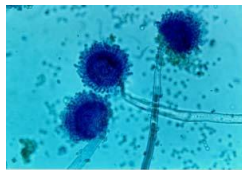


Figure 1 : *Aspergillus sp*
(www.doctorfungus.org)

Ces champignons se caractérisent par la formation d'organes de reproduction asexués appelés les têtes aspergillaires. Elles produisent des millions de spores (ou conidies) qui sont véhiculés dans l'air. La taille et la morphologie de ces spores (rondes, rugueuses, de 2 à 3 µm de diamètre) leur permettent de passer par le tractus respiratoire de l'homme et d'atteindre les alvéoles pulmonaires.

Normalement inoffensif pour les personnes saines, il regroupe cependant les champignons filamenteux les plus pathogènes pour les patients immunodéprimés.

Parmi les espèces d'*Aspergillus*, on peut distinguer : *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, et *Aspergillus niger* qui sont les espèces les plus souvent isolées comme agent pathogènes chez l'homme. Leur pouvoir thermotolérant leur permet d'être plus résistant.

Le genre *Aspergillus* est connu comme étant à l'origine de trois types de pathologies d'aspect varié chez l'homme :

- L'aspergillome : masse arrondie dense faite d'un feutrage mycélien développé dans une cavité préexistante. Il peut siéger dans les poumons, les sinus ou la cavité pleurale. Lors de sa croissance à l'intérieur du poumon, le champignon sécrète des molécules toxiques et allergisantes qui aggravent l'état du malade.
- Les aspergilloses allergiques : L'aspect le plus souvent rencontré est l'aspergillose broncho-pulmonaire allergique (appelée aussi maladie de Hinson Pepys) se produisant chez un individu porteur d'asthme. Elle est caractérisée par une infiltration pulmonaire, éosinophilie, un taux sérique élevé en IgE et une réactivité immédiate de la peau à l'antigène d'*aspergillus*.
- L'aspergillose invasive qui nous intéresse tout particulièrement dans ce mémoire.

En effet l'aspergillose invasive représente aujourd'hui la première cause de mortalité liée à une infection dans ces services. Elle représente la forme la plus grave de la maladie.

L'aspergillose invasive est une infection fongique opportuniste majeure, tout particulièrement pour les patients subissant une thérapie cytotoxique pour une maladie hématologique ou une greffe de moelle. Cependant les premières années de surveillance de cette maladie ont montré que l'aspergillose n'est pas une maladie rare et que le risque pour les patients immunodéprimés est important.

De plus, il est reconnu que l'incidence de l'aspergillose invasive est en augmentation depuis une vingtaine d'année. Cette augmentation est le résultat de plusieurs facteurs :

- une augmentation du nombre de patients à risque (greffés)
- une augmentation des chimiothérapies contre la leucémie
- un meilleur contrôle des infections bactériennes.

Il semble cependant que le nombre de cas d'AI est encore sous-estimé du fait en particulier de l'association de causes de décès.

Les mesures préventives sont d'autant plus nécessaires que le diagnostic est difficile et que l'efficacité des moyens curatifs est faible.

2.2 Sensibilité des patients immunodéprimés aux risques aspergillaires

L'analyse de la littérature permet de mettre en évidence cinq facteurs qui induisent une augmentation du risque d'AI. Chacun de ces facteurs va induire un risque aspergillaire et ils se cumulent lorsqu'ils sont associés.

2.2.1 La neutropénie

Cela correspond à un PNN inférieure à 500/mm³. C'est un facteur très important, sur lequel la durée a également une influence. Une étude menée par *Gerson et al.* entre 1978 et 1981, montre que le risque d'AI augmentait de 1% par jour entre le 1^{er} et le 21^{ème} jour de jour de neutropénie, puis de 4,2% par jour jusqu'au 36^{ème} jour. De plus cette même étude a rapporté qu'à partir du 28^{ème} jour la moitié des patients sont atteints.

Dans l'étude de cohorte rétrospective menée par *Weinberger et al.*, il est montré que sur 150 patients présentant une aplasie médullaire, ceux développant une IA ou une candidose ont un taux médian de PNN de 28 contre 445 pour les autres. Il est donc vraisemblable que plus le taux de PN est faible, plus le risque d'AI est élevé.

2.2.2 Corticothérapie

Quel que soit le contexte pathologique, les patients placés en corticothérapie d'au moins 30 jours ou de courte durée mais à haute dose sont sujets au risque d'AI.

2.2.3 Colonisation par *Aspergillus* des voies aériennes supérieures

Cette colonisation est hautement prédictive d'une aspergillose invasive lors d'un épisode ultérieur de neutropénie sévère et/ou prolongée.

2.2.4 Antécédent d'aspergillose

Le risque de rechute est supérieur à 50% en cas de neutropénie ultérieure

2.2.5 Allogreffe de cellules souches

Cette intervention présente deux phases pour lesquelles les facteurs de risques sont différents et donc le risque d'AI est différent.

La première phase correspond aux 40 premiers jours suivant la greffe, durant lesquels le risque est lié à une neutropénie importante.

La deuxième phase pour laquelle plus de 50% des cas d'AI se déclarent, correspond à une infection tardive survenant de 60 à plus de 100 jours après la greffe chez des patients non neutropéniques. Les facteurs mis en cause sont la réaction du greffon contre l'hôte (traitement aux corticoïdes, la compatibilité entre le donneur et le receveur, et l'interruption des mesures de protection).

Cette revue des facteurs principaux favorisant l'aspergillose invasive montre bien l'enjeu d'une prévention pour les patients immunodéprimés qui représentent une population à très haut risque concernant cette infection.

3 Obligations réglementaires

Avant d'entamer les bilans concernant le traitement et la qualité de l'air dans les services hématologie, il est important de réaliser une revue de la réglementation, ce qui va nous permettre de fixer les objectifs par rapport aux obligations de moyen et de résultat que nous avons.

3.1 Qualité de l'air intérieur

L'aspect réglementaire permet de fixer un ensemble de prescriptions prenant en compte l'utilisation des locaux et la fréquentation. Le secteur hospitalier se place dans un contexte juridique particulier. Il n'existe pas de réglementation spécifique car il présente des particularités de par la vulnérabilité des personnes qui le fréquentent et le type de "pollution" incriminée. Les textes qui s'y appliquent sont des références variées et s'appliquent dans les autres bâtiments recevant des personnes. Parmi ces textes, on trouve le Code du Travail qui vise à garantir la sécurité des travailleurs et donc du personnel médical, le Règlement Sanitaire Départemental qui s'applique pour les personnes n'exerçant pas dans les locaux, donc les patients et les visiteurs. En dessous de ces textes réglementaires, des valeurs normatives et recommandées s'appliquent dans les établissements de santé.

3.1.1 Le Code du Travail (décret du 31 mars 1992)

Le Code du Travail impose que dans les locaux fermés où le personnel est amené à séjourner, l'air doit être renouvelé de façon à préserver la santé des travailleurs (article R-232-5). Il est fait la distinction entre deux types de locaux :

Les locaux à pollution non spécifique et les locaux à pollution spécifique. Pour ces deux catégories, les obligations ne sont pas les mêmes.

A) Locaux à pollution non-spécifique

« Ce sont les locaux où la pollution est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires » pour lesquels des modalités relatives à l'assainissement sont fixés par les articles R 232-5-2 à 232-5.

Pour ces locaux, 2 systèmes d'aération peuvent être utilisés : l'aération par ventilation mécanique ou l'aération naturelle.

Concernant l'aération naturelle, les ouvrants doivent directement donner sur l'extérieur et les dispositifs de commande doivent pouvoir être manipulés par les occupants. Son utilisation exclusive est autorisée lorsque le volume par occupant est supérieur ou égal à :

- 15 mètres cube pour les bureaux et les locaux où un travail physique léger est effectué
- 24 mètres cube pour les autres locaux. (Art R 232-5-2)

Si l'aération est assurée par des dispositifs de ventilation, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé par l'article R 232-5-3 et résumé dans le tableau suivant :

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

Tableau 1 : Débit d'air neuf par occupant en fonction des locaux

Ces débits d'air neuf permettent de déterminer lorsqu'un système de ventilation a été mis en place, le nombre maximum de travailleurs pouvant occuper les locaux. Inversement, il est important de bien connaître l'utilisation ultérieure des locaux pour pouvoir dimensionner au mieux l'installation.

Lorsque l'air est recyclé, il doit être filtré. Celui-ci n'est pas pris en compte dans le calcul du débit minimal d'air neuf fixé par l'article R 232-5-3. Le recyclage doit être immédiatement arrêté lors de panne du système de filtration (R 232-5-4)

B) Locaux à pollution spécifique

Ce sont des « locaux dans lesquels 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 » (article R 232-5-1). Certains services de l'hôpital peuvent être considérés comme des locaux à pollution spécifique.

Dans ces locaux les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires, de l'atmosphère inhalés par une personne ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 milligrammes par m³ d'air.

Ces taux fixés doivent être respectés par l'utilisation d'un système de ventilation dont le débit doit être déterminé en fonction de la nature et de la quantité des polluants et la quantité de chaleur à évacuer, en respectant les débits minimaux du tableau précédent.

Les émissions sous forme de gaz, vapeurs, aérosols de particules solides, de substances insalubres, gênantes ou dangereuses pour la santé des travailleurs doivent être supprimées avec les moyens technologiques à disposition.

3.1.2 Le Règlement Sanitaire Départemental (RSD)

La base de la réglementation du RSD est la même que pour le Code du Travail. En effet, la même distinction est faite entre les locaux à pollution spécifique et les locaux à pollution non-spécifique et leur définition est identique.

Cependant quelques restrictions sont apportées par le RSD :

- La ventilation par ouvrant n'est tolérée que dans les salles de réunion. Dans les lieux de séjour, la ventilation doit se faire par système mécanique (c'est donc le cas dans les chambres des patients)
- les prises d'air neuf ne doivent pas être situées à moins de huit mètres d'une source potentielle de pollution.

Ainsi, l'air extrait des locaux à pollution spécifique doit être rejeté sans recyclage.

Dans cette réglementation, il est également fait référence à la norme NFX 44012 pour la filtration lorsque l'introduction de l'air est effectuée mécaniquement :

- Pour une prise d'air neuf, il faut installer un filtre d'un rendement au test gravimétrique défini par la norme NFX 44012 d'au moins 90%
- Pour l'air recyclé, il faut installer un filtre d'un rendement au test gravimétrique défini par la norme NFX 44012 d'au moins 95%.

Dans le cadre de l'hôpital, les pièces étant à la fois fréquentées par des personnes n'exerçant pas, et des travailleurs, les deux textes s'appliquent. Le plus restrictif doit être appliqué lorsque les deux textes entrent en vigueur et que les exigences sont différentes.

3.1.3 La réglementation relative à la sécurité contre l'incendie

Cette réglementation fait partie du Code de la construction et de l'habitation. Elle entre également en vigueur ici du fait qu'elle vise le taux de renouvellement d'air pour l'évacuation des gaz inflammables afin de prévenir le risque d'incendie.

Le Code du travail (décret du 31 mars 1992) et le règlement sanitaire départemental (RSD) imposent donc essentiellement des obligations de moyens, mais aussi de résultats lorsqu'ils font référence à une norme. Il est important de rappeler que cette législation n'est pas spécifique au monde hospitalier. De plus, les prescriptions qui sont faites ne sont pas suffisantes pour maîtriser le risque de contamination dans les locaux hospitaliers. C'est pourquoi les hôpitaux adoptent les normes officielles qui sont théoriquement d'application volontaire lorsqu'elles ne sont pas citées dans les textes réglementaires, mais qui représentent des références adéquates pour les établissements de santé.

3.1.4 Cadre normatif

- A) Les normes NF EN 779 et NF EN 1822-1 à 5

Ces normes traitent respectivement de la classification des filtres généraux de ventilation et des filtres à très haute efficacité HEPA et ULPA. Elles présentent un protocole des essais et du contrôle de l'efficacité des éléments filtrants, permettant une classification et une comparaison entre les différents filtres (cf. Annexe 1)

- B) La norme ISO NF EN ISO 14644 1-4

- Partie 1 : Cette norme traite du système de classification des salles propres et environnements maîtrisés apparentés. La classification se fait en fonction de la concentration des particules en suspension de taille donnée, maximale admissible (cf. Annexe 2). L'annexe de cette partie fournit un outil statistique permettant de classer chaque installation. Elle est basée sur une collaboration entre le fournisseur et le client à partir d'une réflexion sur les objectifs de qualité et le mode d'exploitation.

- Partie 2 : Elle constitue une définition des essais réalisés par l'utilisateur pour prouver la continuité avec la partie 1, en spécifiant les essais et la surveillance minimum à

effectuer. Cela dans l'objectif d'évaluer les performances de l'installation et d'obtenir les informations nécessaires pour les justifier.

- Partie 3 : Elle définit les méthodes de métrologie et d'essais nécessaires pour caractériser les salles propres

- Partie 4 : Elle traite de la « Conception, construction et mise en fonctionnement des salles propres »

C) NF S 90-351 (Établissements de santé) « Salles propres et environnements apparentés »

Ce document remplace la norme homologuée NF S 90 351 de décembre 1987 devenue obsolète suite à la parution de la norme 14644-1. Il traite des exigences sanitaires pour la maîtrise de la contamination aéroportée dans les établissements de santé.

Il fixe les exigences concernant la planification et la conception du projet en définissant les objectifs et le rôle de chaque intervenant. Il spécifie les contraintes à respecter pour la réalisation de l'avant projet, de l'étude de projet, de la construction et de la mise en fonctionnement de l'installation.

Cette norme explicite les conditions d'exploitation en présentant les documents qui doivent être fournis à l'exploitant concernant les caractéristiques de l'installation, le mode d'emploi opérationnel, et les instructions pour la surveillance des performances.

Enfin, elle propose un programme et les obligations de maintenance, en particulier d'assurer la traçabilité des interventions effectuées sur l'installation. Les outils pour assurer le respect de cette norme sont présentés en annexe:

- L'annexe A définit les principes de maîtrise de la contamination

L'annexe B présente la classification de la propreté de l'air des salles propres et zones propres. Elle propose des performances techniques selon les niveaux de risques dans les établissements de santé. (Annexe 3)

- L'annexe C présente la gestion des étapes de qualification

- L'annexe D traite de la sélection des matériaux à utiliser, des considérations à prendre en compte pour des composants particuliers et des modalités de construction.

- L'annexe E fixe des exigences pour la maîtrise de l'ambiance des salles propres en ce qui concerne la température, l'humidité, l'éclairage et le niveau sonore

- L'annexe F traite de la maîtrise de la qualité de l'air en proposant des recommandations sur les systèmes de traitement de l'air, sur l'hygiène et la surveillance de l'environnement.

- L'annexe G regroupe les lignes directives pour la détermination des exigences devant faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le concepteur.

D) ISO/DIS 14698

Ce document établit les principes et la méthodologie fondamentale du Système formalisé d'évaluation et de maîtrise de la biocontamination, dans le cadre de l'application des technologies des salles propres. Cette norme spécifie les méthodes pour assurer une surveillance cohérente des zones à risque et pour appliquer les mesures de maîtrise adaptées.

3.2 Signalement des infections nosocomiales :

Le décret 2001-671 du 26 juillet 2001 a intégré dans le code de la Santé Publique les articles R 711-1-11 à R-711-1-4 relatifs au signalement et au recueil des informations

concernant les infections nosocomiales. Cela concerne entre autres les infections contractées à l'hôpital suspectes d'être causées par un germe présent dans l'eau ou dans l'air et les infections nosocomiales ayant un caractère rare ou particulier.

La circulaire DGS/SD5 C/DHOS/E 2 n° 2003-02 du 3 janvier 2003 relative aux modalités de signalement des infections nosocomiales dans les établissements de santé donne un modèle de « fiche de signalement des infections nosocomiales » à transmettre à la DDASS et AU CCLIN (Voir annexe 4)

La circulaire DHOS/E2/DGS/SD5C n° 2004-21 du 22 janvier 2004 relative au signalement des infections nosocomiales et à l'information des patients dans les établissements de santé apporte des précisions sur le précédent décret. Elle présente l'objectif du signalement, les modalités sur l'information du patient, les critères de signalement, le circuit d'information et l'évaluation du dispositif.

3.3 Infection Nosocomiales

3.3.1 Information des patients :

La circulaire du 22 janvier 2004 en application de la loi du 4 mars 2002 prévoit que « toute personne a le droit d'être informée sur son état de santé. Cette information porte sur les différentes investigations, traitements ou actions de prévention qui sont proposés, leur utilité, leur urgence éventuelle, leurs conséquences, les risques fréquents ou graves normalement prévisibles qu'ils comportent ainsi que sur les autres solutions possibles et sur les conséquences prévisibles en cas de refus ». Cette obligation s'applique à tous les professionnels de santé dans la limite de leur compétence.

3.3.2 Responsabilité des établissements de santé

Selon l'article L.1141-1 du code de la Santé Publique issu de la loi du 4 mars 2002, « les établissements et organismes dans lesquels sont réalisés des actes de prévention du diagnostic ou de soins, sont responsables des dommages résultant d'infections nosocomiales, sauf s'ils rapportent la preuve d'une cause étrangère. »

4 Problématique spécifique au CHU de Toulouse

4.1 Résultat de l'audit du C-CLIN Sud Ouest

Le CCLIN a une mission de soutien et d'orientation de l'action des établissements en matière d'hygiène. Il peut apporter une aide dans le cas d'épisodes épidémiques, répondre aux besoins de documentation et de formation. Suite aux cas répertoriés entre juillet et septembre 2003, et surtout février 2005 et janvier 2006, où 9 cas ont été répertoriés dans l'unité Ehrlich durant des travaux internes et externes, le besoin a été émis de réaliser une évaluation du fonctionnement des services d'hématologie par rapport au risque d'infection aspergillaire. C'est pourquoi, un audit a été réalisé par le CCLIN par l'intermédiaire des Dr Dumartin et Van de Steene.

Cet audit a permis de mettre plusieurs types de problème en évidence :

- Architecture :

Le pavillon Dieulafoy est un ancien bâtiment datant de 30 ans environ, ce qui fait que les locaux sont vétustes et qu'il est nécessaire de réaliser fréquemment des travaux d'entretien et de rénovation. De plus, il a été constaté que les huisseries dans les chambres n'étaient pas étanches, ce qui représente un risque pour l'introduction de poussières venant de l'extérieur et un problème pour assurer un traitement d'air efficace.

Il n'y a pas de locaux pour stocker les cartons contenant les fournitures. Ils sont donc stockés sur le palier de l'ascenseur devant l'entrée des services. De même pour les chariots à ménage qui eux sont stockés dans les couloirs. Les cartons représentent un nid de poussière et donc de champignons (*Aspergillus* en particulier) qui peut entraîner une contamination de l'air.

Contrairement aux recommandations qui sont faites dans les normes pour la prévention des chambres stériles, les différentes unités ne sont pas équipées de sas pour entrer.

- Matériel et nettoyage :

Il a été fait état de plusieurs problèmes concernant l'état et le nettoyage de certains matériels. Ce constat parle surtout d'empoussièrément.

- Système de traitement d'air :

Aucun contrôle de la surpression n'est réalisé. Ainsi, il n'est pas possible de certifier formellement de la sécurité des patients concernant le risque d'infection aéroporté.

De plus le traitement d'air n'est pas totalement conforme aux normes émises par le CCLIN.

A partir de ces constatations, des recommandations ont été faites :

- Changer l'emplacement des filtres HEPA, pour les installer au niveau de la bouche de soufflage pour éviter toute contamination dans les conduits en amont du filtre.
- Effectuer un contrôle de la surpression et s'assurer qu'elle respecte bien les normes (>15 Pa)
- Effectuer des travaux pour assurer l'étanchéité des huisseries dans les chambres et installer un sas à Ehrlich.

Cet audit a donc permis de mettre en évidence certains points à améliorer sur lesquels il semble important de s'attarder car ils peuvent constituer une source d'augmentation du risque aspergillaire. Suite à cet état des lieux, il a été décidé en interne d'entreprendre des travaux et de réaliser certaines opérations afin de répondre aux recommandations qui ont été faites par les membres du C-CLIN

4.2 Augmentation du risque de contamination

4.2.1 Historique et description des projets

A) Travaux en interne :

- **Construction d'un sas** : Suite aux recommandations qui ont été faites par le CCLIN, il a été décidé d'installer un sas dans l'unité d'Ehrlich. L'idée de construction d'un véritable sas a été écartée du fait de l'importance des travaux que cela aurait entraîné et des coûts associés. Il a été proposé de motoriser les deux portes coupe feu situées à l'entrée de l'unité pour qu'elles soient maintenues fermées lorsqu'il n'y a pas de passage. Cela permettrait de créer une double barrière entre le hall et le service. Cependant, La mise en place de ce système automatique représenterait une source potentielle de poussière
Concernant la réglementation incendie, cela ne pose pas de problème dans la mesure où elles doivent toujours être maintenues fermées.
- **Réfection de la centrale de traitement d'air** de l'Unité Protégée (flux laminaire) (date : janvier 2007)
Ce projet va être mis en œuvre en raison du manque de pièces de rechange pour les variateurs assurant le fonctionnement de la centrale dans l'unité de greffe de moelle. Les travaux qui vont être réalisés sont le remplacement des quatre variateurs qui contrôlent le traitement d'air des chambres stériles et la mise en place d'un variateur pour l'unité Hayem. Les techniciens profiteront de la fermeture des chambres pour réaliser des opérations de maintenance (changement des filtres...)
Les travaux vont être réalisés deux chambres à la fois avec une durée de 15 jours pour deux chambres
- **Réfection huisseries** du 6ème et 7ème étage
Suite aux recommandations du CCLIN, les huisseries des unités d'hématologie vont être refaites. Ces travaux auront pour but d'étanchéifier les fenêtres et de réaliser la réfection des volets roulants et des coffres. Ils permettront également de condamner les fenêtres.
Ces travaux sont étalés sur une durée totale de trois mois et demi et sont réalisés par étapes, afin de limiter le nombre de chambres fermées.
La nature des travaux fait qu'ils n'engendreront pas beaucoup de poussières, mais cependant, des mesures importantes doivent être prises.

B) Travaux en externes :

- **Construction du Tramway**
Ces travaux sont prévus pour le dernier trimestre 2006.
- **Terrassement pour fondation d'un nouveau bâtiment**
- **Construction d'un silo Parking** voitures sur l'emplacement de la blanchisserie

4.2.2 Risques liés aux travaux

Lors de travaux de construction ou de rénovation dans l'enceinte du bâtiment ou à proximité le nombre de spores aspergillaires augmente considérablement. Les *Aspergillus* ont des sources environnementales et les poussières générées par les travaux représentent un vecteur important de ces champignons. En effet de nombreuses études ont mis en avant ce phénomène. Streiphel et al. ont mis en évidence une augmentation immédiate et brutale de la contamination en *Aspergillus fumigatus*, *flavus* et *niger* dans un

hôpital suite à la destruction d'un bâtiment à proximité. Une autre étude a été menée par Nolard-Tintigner et al. et a mis en évidence une augmentation brutale de l'incidence de l'aspergillose dans une unité stérile lors de travaux de construction à proximité. D'autres études, telle que celle réalisées par Perraud et al., ont réalisée la corrélation entre des périodes de travaux et des épisodes d'aspergilloses invasives.

L'ensemble de ces études met en évidence que les travaux de rénovation ou de construction, qu'ils soient internes ou externes représentent un facteur extrinsèque d'aspergillose invasive pour les patients immunodéprimés.

C'est pourquoi des moyens de gestion spécifiques aux travaux doivent être mis en place pour éviter la contamination aspergillaire aéroportée.

Le CDC (Centers for Disease Control and Prevention) a établi des recommandations en cas de travaux :

- Prévoir des barrières imperméables à *Aspergillus* (ex : bâches plastifiées).
- Maintenir une surpression dans les chambres des patients.
- Limiter les ouvertures et les fermetures des portes, créant des turbulences d'air. Délimiter les déplacements des ouvriers et éviter qu'ils n'entrent en contact des patients.
- Nettoyer à la fin des travaux.

D'autres recommandations plus détaillées se retrouvent dans des publications telles que celle de Carter et al. (1997).

Ces conseils sont pris en compte dans la lutte contre les infections aspergillaires au CHU de Toulouse dans le cadre d'une Note CLIN. Nous verrons par la suite ce qui est réalisé.

5 Rappel des objectifs du mémoire

Après cette étude du contexte général et spécifique au CHU de Toulouse il apparaît important de recentrer l'objectif de ce mémoire. Nous avons pu constater que le risque de contamination aéroporté représente un risque majeur pour les patients immunodéprimés et qu'aujourd'hui les travaux au sein du CHU et du service hématologie imposent la connaissance et l'évaluation de ce risque.

Ainsi que cela a été réalisé par Donatien Diulus dans un mémoire de l'ESP en 2003 pour les blocs opératoires, un bilan de l'existant doit être effectué afin qu'une évaluation puisse être réalisée. Cet état des lieux sera réalisé d'un point de vue environnemental et technique. A partir de cela un plan de gestion des risques aéroporté pour ces services pourra être élaboré.

La démarche utilisée va être la suivante :

- A partir de la synthèse des prélèvements bactériologiques et mycologiques effectués depuis 2003, il va être possible de vérifier le respect des limites fixées ou de les redéfinir le cas échéant
- Un bilan du fonctionnement du système de traitement d'air permettra de mettre en avant les points critiques à améliorer ou/et à surveiller

6 Méthodologie

6.1 Revue bibliographique

Une revue des publications effectuées sur le sujet de l'impact de la contamination aéroportée dans les services hématologiques a été réalisée en vue d'obtenir les résultats d'études épidémiologiques,

Une recherche approfondie sur les guides et les études réalisées sur les systèmes de traitement d'air a été effectuée en vue de connaître les technologies et les possibilités des systèmes de traitement d'air existants.

De plus, des mémoires concernant la qualité de l'air dans les hôpitaux ont déjà été réalisés. Il semble intéressant d'effectuer une analyse des différents résultats et recommandations qui en émanent. Même si la population exposée n'est pas la même, les recommandations réglementaires à appliquer et l'objectif visé étant le même ces travaux peuvent constituer une base de notre recherche. Ainsi, en prenant le recul nécessaire sur les obstacles qui ont été rencontrés et les résultats qui ont été obtenus, il est possible de donner une direction appropriée pour la démarche utilisée.

6.2 Entretiens avec les acteurs

6.2.1 Choix des acteurs :

Il a fallu déterminer quels sont les acteurs qui possédaient un travail suffisamment large et un certain recul sur le problème des infections nosocomiales et qui allaient me permettre d'obtenir efficacement les données nécessaires à la réalisation de ce mémoire.

De plus il fallait recouvrir l'ensemble des domaines en relation avec les infections nosocomiales aéroportées et le système de traitement de l'air.

Les personnes rencontrées sont donc :

- les cadres de santé pour les informations relatives au service médical,
- les équipes opérationnelles d'hygiène pour la gestion des infections nosocomiales sur le terrain,
- le chef du service de maintenance et le technicien affilié au traitement de l'air pour la partie évaluation technique,
- Les membres du service d'hygiène pour le contrôle de l'environnement.

6.2.2 Echanges avec ces acteurs :

Afin que les rencontres avec les acteurs soient les plus efficaces possible, il a semblé intéressant de travailler avec des questionnaires préparés à l'avance. Ces guides d'entretien ont été basés sur des grilles provenant d'audits réalisés au CHU de Toulouse, de recommandations faites dans la norme NF S 90-351 et d'autres questionnaires issus de mémoires précédent.

Suite à ces premières rencontres, un dialogue qui a permis de faire évoluer le questionnaire et d'avancer dans les recommandations s'est instauré.

Les échanges ont également eu lieu dans les réunions réunissant l'ensemble des acteurs, notamment les réunions du CLIN et du GPLI

6.3 Visites des centrales de traitement d'air

Ces visites se sont étalées tout au long du mémoire selon les données qui étaient nécessaires et les constats qui devaient être faits. Elles nécessitaient un travail en amont

afin d'acquérir une bonne connaissance du fonctionnement des systèmes de traitement de l'air pour pouvoir au mieux déceler les problèmes potentiels.

Elles étaient également tributaires des dysfonctionnements qui étaient détectés dans l'une ou l'autre des unités.

Ainsi le travail qui a été effectué a été à la fois de l'ordre de la prévention et de la correction.

6.4 Visites des unités de soins

Les visites des unités se sont basées sur les résultats des questionnaires des entretiens avec les acteurs afin de vérifier sur le terrain le bon fonctionnement de la réglementation et des protocoles instaurés et de mettre l'accent sur différents points critiques nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du système de traitement de l'air.

Ces visites représentent une base pour la proposition de recommandations pour la gestion du risque aéroporté.

7 Bilan des techniques de traitement de l'air

7.1 Présentation des différents types de traitement proposés

Il semble à ce moment du mémoire intéressant de s'intéresser aux différents types de traitement existant sur le marché. Ces systèmes se différencient par plusieurs

Système turbulent	Q=2500 m ² /h v > 1,5 m/s Taux renouvellement =15-20 vol/h Classe particulaire : ISO 8	Dilution de la contamination par brassage air propre/air ambiant Soufflage d'air neuf (2 à 3 filtrations) + pas de zone morte pas de zones de relargage
Plafond diffusant	Q=1200-7000 m ² /h v < 0,25 m/s Tx renouv = 25-80 vol/h Classe particulaire : ISO 7	Flux transversal faiblement turbulent Soufflage d'air neuf et recyclé (2 filtrations)
Système laminaire	Q=13000-30000 m ² /h v = 0,38-0,5 m/s Tx renouv =200-600 vol/h Classe particulaire : ISO 5	Flux unidirectionnel directement sur le patient + isolation dynamique du patient par l'air soufflé pas de mélange avec l'air ambiant évacuation quasi instantanée de toute contamination entrant taux de renouvellement élevé (effet rinçage)

critères :

Tableau 2 : Caractéristiques des systèmes de traitement d'air

Le choix d'un système va se faire en fonction du niveau de risque qui aura été défini pour le secteur à protéger et donc du niveau de traitement que l'on veut atteindre. Plus le risque d'infection dans une zone sera élevé, plus l'efficacité du traitement devra être importante.

7.2 Description du traitement de l'air dans le service Hématologie :

Les unités d'hématologie au CHU de Toulouse sont alimentées par deux systèmes de traitement de l'air séparés: une CTA 1 traite l'air des unités Ehrlich et Jolly et une CTA 2 traite les unités Monnier et Hayem.

Ces CTA sont installées depuis une quinzaine d'année et ont un mode de fonctionnement différent entraînant une qualité du traitement d'air également différente.

En effet, la CTA 1 fonctionne avec un variateur situé après la filtration primaire qui assure un débit constant grâce à une sonde de pression située dans la gaine en aval de la centrale. Le but étant de compenser l'encrassement des filtres par une augmentation du débit de soufflage. Le variateur est commun pour l'ensemble des services qui sont alimentés exclusivement en air neuf.

Pour le traitement de l'air à Hayem, il n'y a pas de variateur permettant de réguler l'air. Cette régulation est basée sur un volet mécanique qui va plus ou moins s'ouvrir en

fonction de l'encrassement des filtres. La CTA souffle à un débit constant et le service est alimenté exclusivement en air neuf.

En ce qui concerne la greffe de moelle, des variateurs qui commandent des moteurs pour chaque chambre permettent de conserver un débit constant dans les chambres stériles. Ces chambres fonctionnent en air neuf et en air recyclé ce qui permet de ne pas arrêter le traitement lors d'intervention au niveau de la centrale.

7.2.1 Caractéristiques des centrales de traitement d'air :

Le contrôle du bon fonctionnement du système de traitement d'air des chambres à flux laminaire est effectué par un prestataire extérieur. Ce contrôle est annuel et les résultats étudiés depuis 2003 sont constamment conformes aux normes. Nous allons donc surtout nous intéresser aux autres services pour les mesures.

A) Type de flux installé

Le type de flux installé dépend du niveau de risque dans les chambres considérées.

Les chambres des unités Ehrlich, Hayem et Jolly sont équipées de traitement d'air en flux turbulent conventionnel comme cela est recommandé pour les zones à risque de niveau 2.

Les chambres stériles de l'unité de greffe de moelle sont équipées de traitement d'air par murs à flux laminaire comme recommandé pour les zones à risque 4.

Il a été prouvé que les murs à flux laminaires diminuent significativement ($p < 0,03$) la quantité d'aspergillus dans les salles qui en sont équipées par rapport aux salles qui ne le sont pas. Idem pour les cas d'infections aspergillaires nosocomiales $p < 0,001$.

B) Niveau de filtration :

Les systèmes de traitement de l'air sont tous équipés de trois étages de filtration :

- Le premier étage est composé d'une filtration primaire assurée par des média en feutrine et d'un préfiltre de classe G3 (80-90%) selon la norme NF EN 779 situés en amont de la CTA et qui ont pour but de la préserver des débris et des particules les plus grosse.
- Le second étage est constitué d'un filtre intermédiaire ou à poche de classe F7 (80-90%) selon la norme NF EN 779 situé en aval de la CTA au niveau du soufflage du ventilateur.
- La filtration terminale comporte un filtre à très haute efficacité (HEPA) qui a pour but de garantir la classe d'empoussièrement des chambres. Les filtres utilisés sont de classe H13 (99,95 %) selon la norme NF EN 1822. Il devrait être situé au niveau de la bouche de soufflage des chambres, mais cela n'est pas le cas sauf en greffe de moelle où il est suivi encore d'un mur filtrant. Cela représente un risque de contamination en aval du filtre dans la gaine d'aération.

Dans le secteur de la greffe de moelle, il y'a en plus de ces trois étages, un filtre de haute efficacité (80-90%) situé au niveau de l'extraction pour l'air recyclé afin de protéger les filtres HEPA des particules les plus importantes.

C) Pression :

Maintenir la chambre d'un patient immunodéprimé en surpression est essentiel pour assurer la non contamination de l'environnement du malade. En effet elle permet à la fois d'évacuer vers l'extérieur de la chambre la pollution microbiologique ayant une source interne et d'empêcher la contamination provenant de l'extérieur de la chambre

(environnement, couloir). Pour assurer cette surpression plusieurs paramètres doivent être maîtrisés :

- le soufflage
- l'extraction
- le débit des fuites.

Ce n'est qu'en maîtrisant ces 3 paramètres qu'il est possible d'assurer la surpression d'une chambre. Le paramètre le plus difficile à connaître est le débit de fuite. A l'origine de celui-ci peuvent être le manque d'étanchéité des huisseries, la non fermeture des fenêtres ou des portes. D'un point de vue normatif, la norme NF S90-351 préconise que la pression différentielle entre des salles propres de niveau de propreté différent soit suffisant et stable ($\Delta P=15\text{Pa}$) [...] afin de conserver l'écoulement de l'air dans le sens souhaité » et d'éviter les flux de transfert inopinés.

Comme on a pu le signaler auparavant, la mise en surpression des chambres n'est assurée en continu que dans le secteur de la greffe de moelle. Dans les autres services, il a été fait état par le personnel médical d'une situation de risque pour les patients du fait du mauvais fonctionnement du traitement d'air. Le doute était émis sur la véritable surpression des chambres.

C'est dans ce cadre que nous avons entamé une campagne de mesure de surpression suite à des travaux de remplacement d'huissierie. Ces mesures ont été réalisées à l'aide d'un manomètre. Les résultats de ces mesures sont très mitigés. On peut distinguer deux situations selon la centrale de traitement de l'air que l'on considère. En ce qui concerne les unités de Jolly et de Ehrlich, les résultats que nous avons obtenus sont sensiblement identiques, aux alentours de 2 Pa. Ce résultat est très mitigé : d'un côté il met en évidence l'existence réelle de surpression dans ces chambres ce qui peut sembler rassurant, mais d'un autre côté, la surpression qui est préconisée par les normes n'est pas du tout respectée et la sécurité des patients n'est pas totalement assurée.

Concernant l'unité Hayem, les résultats sont plutôt alarmant : malgré les travaux d'huissierie qui ont été réalisés dans les chambres, seul une chambre présente une surpression de 1 Pa avec l'appareil utilisé. Pour les autres l'appareil n'indique aucune surpression. La sensibilité de l'appareil peut représenter un facteur d'erreur par rapport à une totale inexistence de surpression, mais les indices sensitifs tels que la sensation d'un courant d'air sous les portes ou le niveau sonore du système vont dans le même sens que les mesures avec l'appareil.

Ce point est primordial pour assurer la protection du patient et doit être pris en compte dans les plus brefs délais.

D) Taux de renouvellement d'air

Les recommandations concernant le renouvellement de l'air selon les zones à risque et le type de flux des chambres sont présentés dans le tableau suivant.

Classification	Taux de renouvellement d'air
ISO 8 (zone à risque 2)	15 à 20 vol/h
ISO 7 (zone à risque 3)	25 à 30 vol/h
ISO 5 (zone à risque 4)	>50 vol/h

Tableau 3 : Taux de renouvellement d'air en fonction de la zone à risque

Les mesures annuelles effectuées par un prestataire dans l'unité de greffe de moelle ont fait état d'un renouvellement d'air supérieur à 300 vol/h. La recommandation est donc bien respectée.

Concernant les autres unités, les mesures que nous avons effectuées concernant la pression et l'état des lieux réalisés dans les chambres, nous permettent d'affirmer que le renouvellement d'air est bien inférieur à 15 vol/h. L'épuration dans les chambres est donc insuffisant eau regard des normes. Cela se traduit en effet par un taux d'aérobiocontamination supérieur aux valeurs fixée. Nous étudierons ce point dans la prochaine partie

E) Conduits d'aération :

Il semble important de s'attarder sur le problème que représentent les gaines de distribution de l'air.

Tout le service communique par le système de ventilation, cependant lorsqu'un germe est présent dans une chambre, il ne peut pas être transféré dans une autre chambre par ces conduits du fait du débit d'air qui assure à priori une surpression, ainsi que des filtres.

D'une part ces gaines datent de la construction de ce bâtiment et leur dimensionnement a été réalisé en fonction des besoins de l'époque. Aujourd'hui les normes ont évolué et la qualité du traitement de l'air demandée est de plus en plus importante. Cependant ce réseau n'est pas prévu pour une augmentation des débits qui permettraient d'atteindre les niveaux recommandés. Il représente un facteur limitant important du fait de ses capacités et de la gêne sonore occasionnée lorsqu'on augmente la vitesse de soufflage.

Ensuite, le réseau est équipé de tout un système de clapets et de registres qui ont évolué au cours du temps sans qu'un suivi régulier soit réalisé et qui représentent un risque de panne du système entier en cas de dysfonctionnement.

Enfin, l'air y circule sur plusieurs mètres entre la prise d'air au niveau de la terrasse et la distribution dans les chambres. Durant ce circuit il des risques d'accumulation de poussières et de colonisation par des microorganismes. Il n'existe pas de trappe d'accès à ces conduits, ainsi aucune possibilité de nettoyage facile à mettre en place n'est envisageable.

F) Température et humidité :

L'air préparé dans les centrales à une température de 16°C. Le maintien de cette température est assuré par échangeurs thermiques composés d'une batterie chaude et d'une batterie froide.

La batterie chaude a pour rôle de chauffer l'air en hiver. La batterie froide a deux fonctions qui sont de baisser la température à 14°C et de déshumidifier l'air par condensation.

La température est réglable au niveau des chambres avec une consigne de plus ou moins 3°C. La sonde permettant de régler la température n'est située que dans certaines chambres, la température des autres chambres est affiliée à celle-ci.

Ce réglage commun par groupe de chambre peut poser un problème de confort en fonction de la sensibilité des patients.

L'humidification de l'air est assurée par un système de pulvérisation de vapeur placé en aval des filtres absolu.

7.2.2 Travaux de maintenance sur les appareils de traitement d'air

A) Changement des filtres :

Les préfiltres des deux centrales de traitement d'air sont remplacés en moyenne une fois par mois. Il faut savoir que les CTA ont été surdimensionnées au moment de leur conception, ainsi aujourd'hui elles ne tournent pas à leur capacité maximale. Cela retentit sur le fait que la fréquence de changement des filtres soit faible.

Les filtres intermédiaires ou à poche eux sont changés environ une fois par an.

Les filtres absolus terminaux H13 ont une durée de vie d'environ trois à quatre ans. La fréquence de remplacement est fonction de l'efficacité des filtres en aval et de la maintenance effectuée sur ceux-ci.

Les filtres du réseau de reprise dans les chambres stériles sont changés pour chaque nouveau patient.

Quel que soit le filtre remplacé, cette opération implique un arrêt de la centrale concernée pour éviter que des particules ou poussières viennent s'introduire dans le moteur ou gêner le fonctionnement normal du système. Cela implique un arrêt du traitement d'air dans les services durant la durée de l'opération (environ une dizaine de minutes). C'est pourquoi les services sont informés et des mesures sont prises pour éviter toute contamination de l'environnement du patient : les portes sont maintenues fermées et le service médical évite d'entrer dans les chambres.

B) Visites préventives

Il n'y a pas de visites préventives proprement dites qui sont effectuées sur les centrales. Ce travail est effectué visuellement et auditivement par le personnel médical dans les chambres des patients, qui alertent lorsque que quelque chose qui leur semble suspect se produit. La prévention est parfois effectuée par les techniciens dans le cadre des autres opérations périodiques de maintenance sur les centrales. Cependant rien de planifié n'est réalisé à ce niveau là. Et de ce fait il n'y a également pas de suivi de la prévention. Par exemple, malgré les recommandations sur ce sujet, il n'y a pas de contrôle périodique des filtres terminaux.

C) Réactivité des services techniques

Il est important que le service de maintenance soit capable de répondre rapidement à une demande lorsqu'un problème survient sur les systèmes de traitement de l'air. C'est pourquoi il doit avoir à disposition un jeu de rechange des composants des CTA. Aujourd'hui, cela n'est pas le cas pour les variateurs du système relié à la greffe de moelle. C'est pourquoi les travaux au niveau de la CTA de Hayem et de la greffe de moelle ont été entrepris.

Un logiciel utilisé par les techniciens, utilisé au niveau des blocs opératoires, directement relié aux CTA permet de réaliser un suivi et d'alerter lorsque qu'un problème technique ou une panne apparaît. Cela leur permet d'être directement au courant de la localisation du problème et de pouvoir être rapidement efficaces. Il est prévu d'installer ce système en hématologie lors des travaux qui seront réalisés à Hayem et Monnier. Cependant il restera toujours le problème à Ehrlich et Jolly.

De plus, un indicateur lumineux en cas de panne dans le secteur de la greffe de moelle, visible des infirmières, permet à celles-ci de détecter une éventuelle panne et d'alerter le service technique.

8 Bilan des analyses microbiologiques de l'air

8.1 Surveillance de l'environnement :

La mise en place d'un système de surveillance de l'environnement est essentiel pour pouvoir déterminer quelles sont les souches les plus fréquemment rencontrées et susceptibles de contaminer les patients. Cette surveillance de la qualité biologique de l'air a été entreprise à Purpan en 2000. Depuis, un bilan a été réalisé pour les blocs opératoires en 2003, mais cela n'a pas été réalisé pour le service hématologie. Nous nous proposons de réaliser ce travail

8.1.1 Surveillance bactérienne

Afin que les mesures soient cohérentes les unes par rapport aux autres, il est important que la technique de prélèvement dans les chambres soit protocolaire. Il faut que tous les prélèvements soient effectués dans les mêmes conditions. (Le protocole est défini dans la note : « méthodologie d'utilisation de l'aérobicollecteur Sampl'air »)

Ainsi il n'y a qu'un seul préleveur sur le site de Purpan qui réalise les prélèvements dans les chambres d'hématologie.

Les prélèvements sont trimestriels et réalisés avec un bio-collecteur de type Sampl'air placé au centre de la pièce, hors présence humaine. Cet appareil permet de collecter un volume d'air de 500L en 5 min sur une gélose au sang pour les bactéries et une gélose au malt pour les champignons.

Les échantillons sont ensuite transmis aux laboratoires de bactériologie et de mycologie pour analyse et les résultats sont enregistrés dans la base donnée SAMBA. C'est à partir de cette base de donnée que nous avons pu effectuer ce bilan.

A) La flore totale revivifiable

Nous avons réalisé le recueil des données depuis 2003 afin d'obtenir des informations suffisantes pour pouvoir déterminer la classe bactériologique et vérifier la conformité avec celle définie par la norme NF S90-351 qui est de 100 ufc/m³ pour les zones ISO 7. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux suivants. Les barres avec les points blancs représentent les prélèvements effectués dans les chambres.

On peut constater que pour l'unité Ehrlich, sur les 31 prélèvements effectués, seuls 11 étaient conformes à la norme. Selon la limite défini par le CLIN dans une note basée sur l'ancienne norme (classe visée : B200), 19 prélèvements sont conformes.

Pour l'unité Hayem, sur les 20 prélèvements réalisés dans les chambres, 7 respectent la norme actuelle et 10 la note CLIN.

Concernant Jolly, sur les 22 prélèvements en chambres, 8 respectent la norme et 15 respectent la note CLIN.

Ces résultats obtenus doivent être pris avec précaution car il existe plusieurs biais possibles dans les mesures :

- les résultats enregistrés font parfois état d'une valeur maximale et pas d'une valeur exacte (< 200 ufc/m³ par exemple). Pour ces résultats c'est le nombre majorant qui a été choisi (dans ce cas 200).
- Il n'y a qu'une seule mesure réalisée au centre de la pièce, ce qui peut représenter une incertitude. Le fait de raisonner en volume augmente encore cette incertitude d'un facteur.

- Bilan des analyses bactériologiques à Ehrlich :

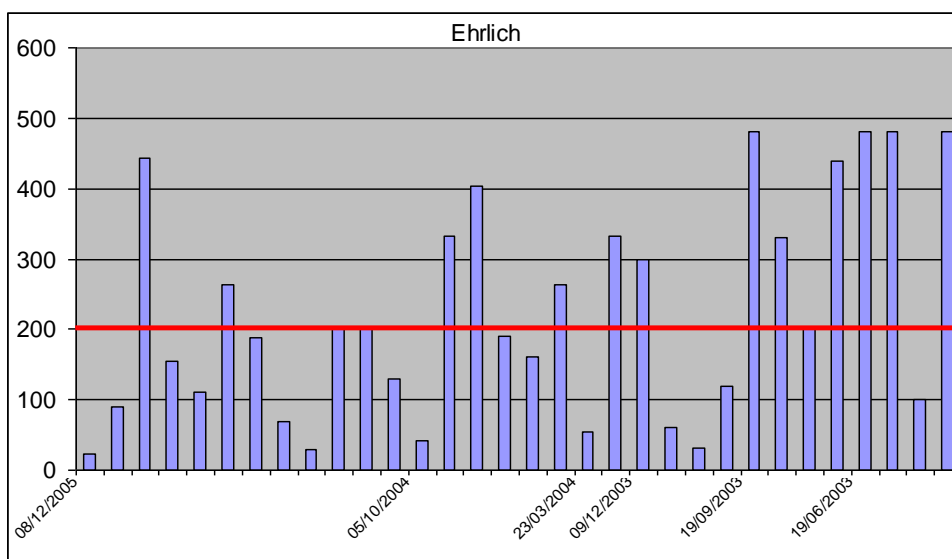


Figure 2 : Résultat des analyses bactériologiques Ehrlich

- Bilan des analyses bactériologiques à Hayem :

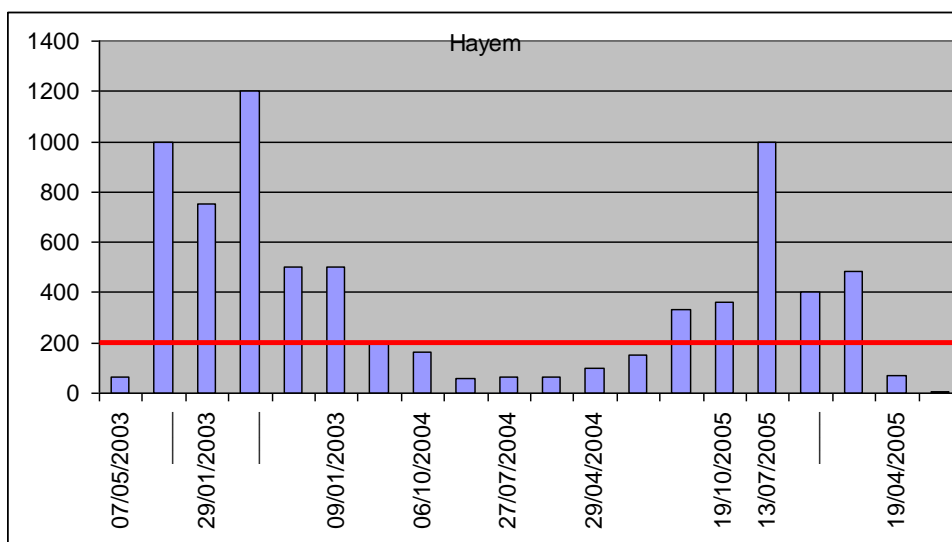


Figure 3 : Résultat des analyses bactériologiques Hayem

- Bilan des analyses bactériologiques à Jolly :

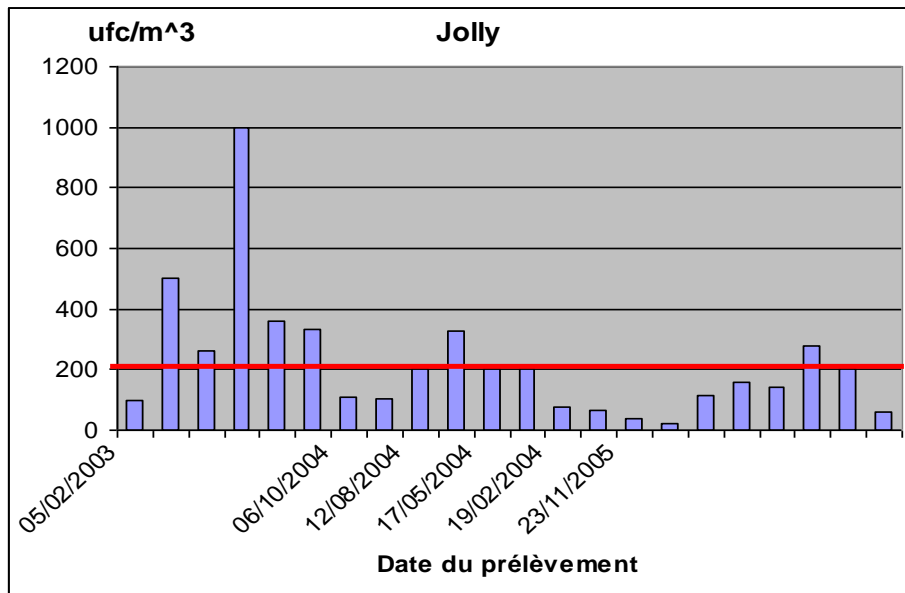


Figure 4 : Résultat des analyses bactériologiques Jolly

B) Le flore pathogène

Comme nous pouvons le constater dans les tableaux en annexe, la flore pathogène retrouvée dans les chambres d'hématologie est constituée de trois bactéries :

- *Staphylococcus aureus* : le plus fréquent, 9 souches ont été rencontrées. Cocci à Gram positif dans la famille des Micrococcaceae, elle fait partie de la flore normale chez l'homme mais peut être pathogène. Elle se transmet principalement par contact, mais l'air peut-être également un vecteur. Les infections à Staphylocoques dorés vont de l'écoulement purulent superficiel à la bactériémie, en passant par l'infection de la cicatrice.
- *Acinetobacter baumannii* : 3 souches détectées. Espèce bactérienne à gram-négatif, aérobie stricte, isolée fréquemment dans les laboratoires médicaux et résistante à de nombreux antibiotiques. Elle présente un pouvoir pathogène important chez l'homme immunodéprimé en particulier.
- *Bacillus cereus* : 2 souches détectées. Gram positif, aéro-anaérobie, elle se transmet facilement par l'air et fait partie de la flore saprophyte.
- *Stenotrophomonas maltophilia* : 1 souche retrouvée dans l'environnement. bacilles à Gram négatif, d'environ 0,5 µm de diamètre sur 1,5 µm de longueur, non sporulés, mobiles. Elles présentent un pouvoir pathogène spécialement chez les patients immunodéprimés.

La présence de ces bactéries dans l'air est assez aléatoire mais étant donné leur potentiel pathogène il est important de les prendre en compte dans la gestion du risque aéroporté

8.1.2 Surveillance mycologique

Les champignons présents dans l'air représentent un risque important pour les patients des services d'hématologie. C'est pourquoi, en parallèle des analyses bactériologiques, sont réalisées, au laboratoire de parasitologie, des analyses mycologiques.

A) Prélèvements de l'air

Les résultats des analyses biologiques sont entrés dans le logiciel Hexaflux. Nous nous sommes donc proposé d'effectuer le bilan à partir des données recensées depuis 2003. Cette date a été choisie en fonction de l'étude épidémiologique des cas d'aspergillose qui remontait jusqu'en 2003.

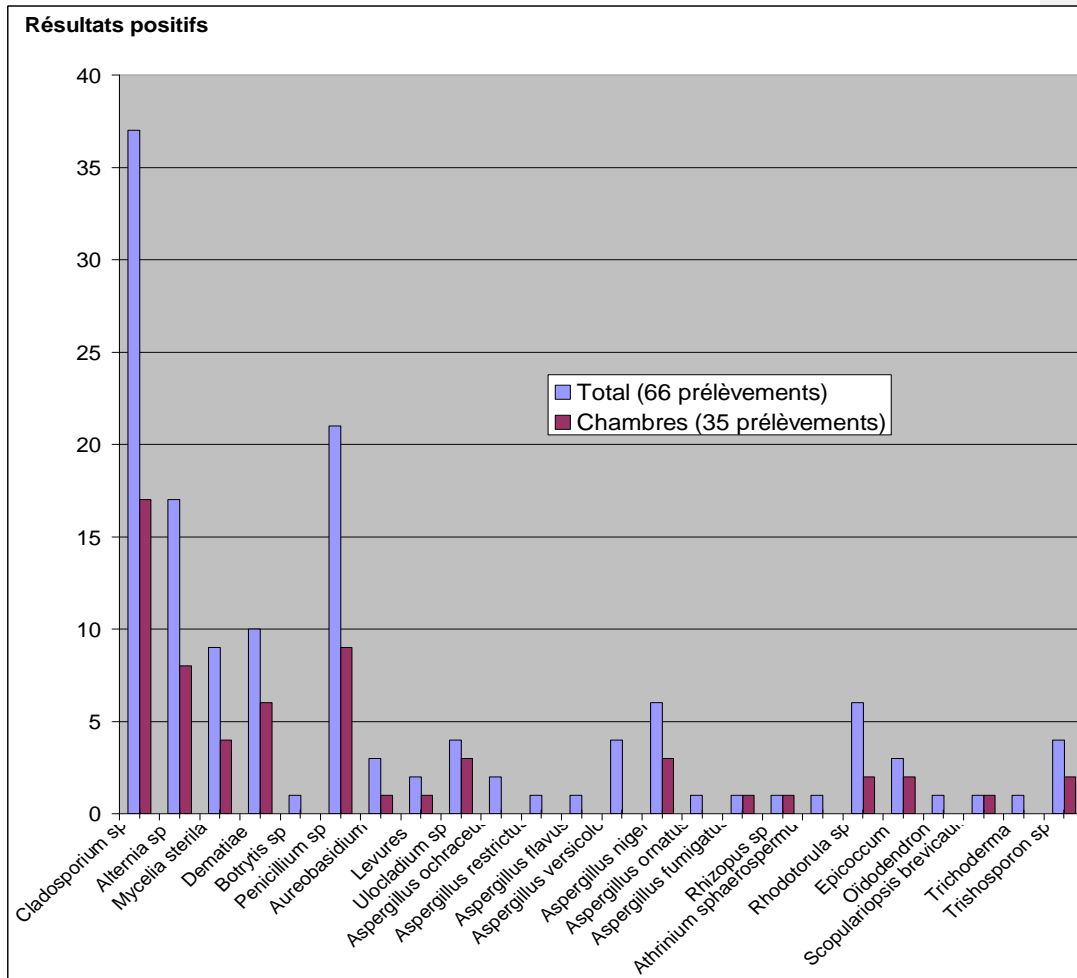


Figure 5 : Résultat des analyses mycologiques des prélèvements d'air Ehrlich depuis 2003

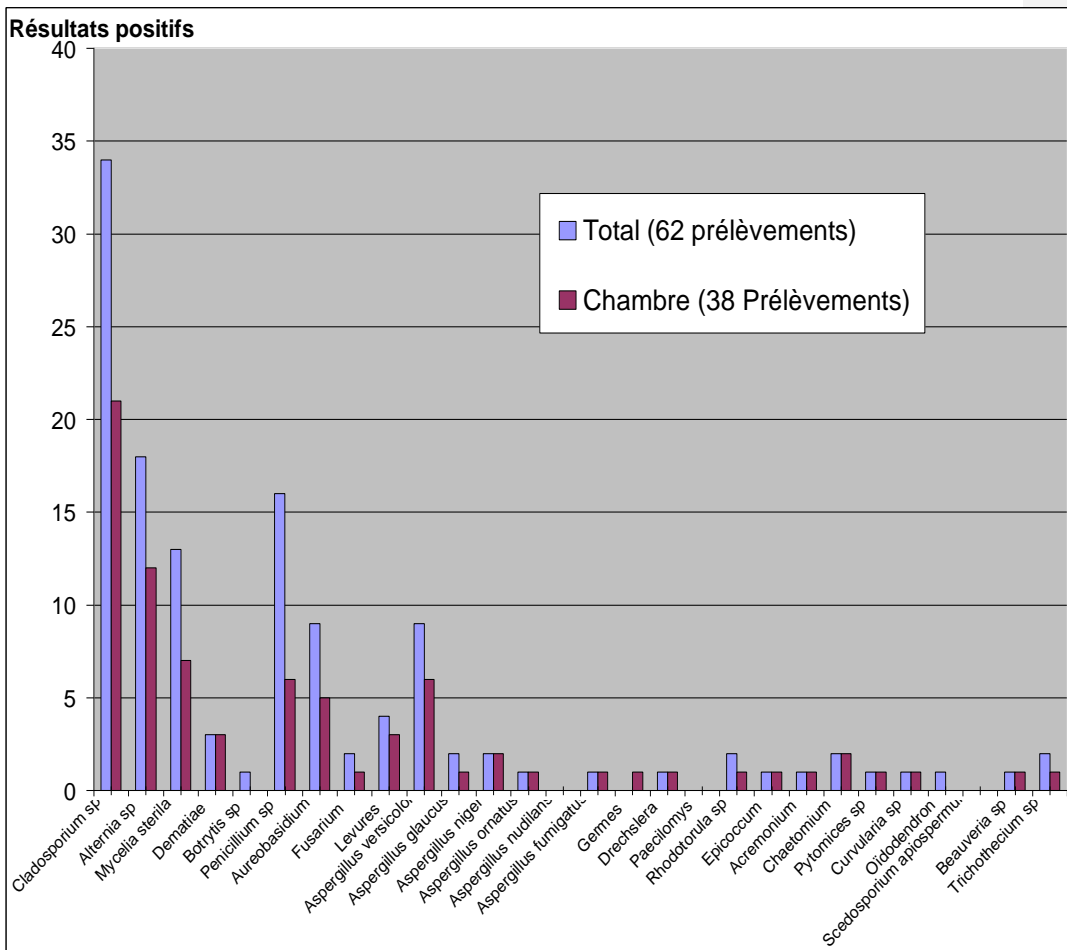


Figure 6 : Résultats des analyses mycologiques des prélèvements d'air Hayem depuis 2003

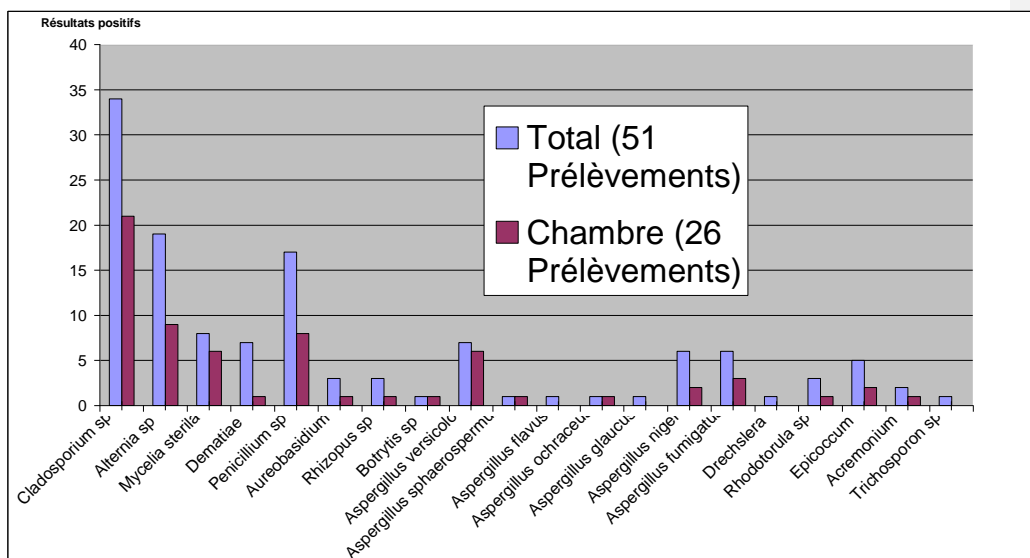


Figure 7 : Résultats des analyses mycologiques des prélèvements d'air Jolly depuis 2003

La réalisation de ces bilans nous permet de constater que pour les espèces les plus couramment rencontrées, la distribution est sensiblement la même dans les unités Ehrlich, Hayem et Jolly. Les quatre espèces que l'on rencontre le plus fréquemment sont :

- *Cladosporium spp* : Ce genre de champignon a été détecté dans plus de la moitié des prélèvements. Il se retrouve largement dans le sol et dans de nombreux végétaux. Il est exceptionnellement pathogène et peut être responsable de chromomycoses (lésion cutanée d'évolution lente). Le *Cladosporium bantianum* est quant à lui un redoutable pathogène du système nerveux central.
- *Penicillium spp* : L'espèce est retrouvée dans environ un tiers des prélèvements. Ce sont en général des champignons filamenteux très répandus dans l'environnement. Rarement source d'infection chez l'homme, il contamine essentiellement les personnes immunodéprimées. Ils peuvent en plus de leur potentiel infectieux produire des mycotoxines.
- *Alternaria spp* : les *Alternaria* se retrouvent dans le prélèvement en même fréquence que le genre *Penicillium spp*. Ce sont des champignons cosmopolites issus principalement des plantes. Ces espèces sont apparues comme pathogènes opportunistes surtout chez les patients immunodéprimés. Elles sont à l'origine de sinusites, d'infections cutanées
- *Mycelium* : Ce sont des moisissures qui ne fructifient pas et qui ne peuvent donc pas être identifiées.

Ces champignons font parti de la flore banale que l'on retrouve couramment dans l'environnement. Cependant ils peuvent être pathogènes pour les patients immunodéprimés et représentent donc un danger qu'il faut prendre en compte.

Concernant le genre *Aspergillus* qui nous intéresse tout particulièrement, les résultats sont positifs environ pour 20 à 25% des prélèvements globalement sur les 3 années (13/66 à Ehrlich, 13/62 à Hayem et 16/51 à Jolly). La présence est donc assez homogène pour les prélèvements sur trois ans dans ces trois unités. Cependant on peut remarquer une distribution qui n'est pas homogène au cours du temps et une représentation différente des espèces selon l'unité que l'on considère.

Répartition des espèces aspergillaires :

On peut distinguer deux répartitions suivant les unités :

- Hayem : présence essentiellement de l'espèce *Aspergillus versicolor* (espèce non pathogène chez les immunodéprimés) alors que les espèces pathogènes que sont surtout *Aspergillus niger* et *fumigatus* n'ont été détectées que 3 fois.
- Jolly et Ehrlich présentent la même répartition caractérisée par une proportion importante d'espèces pathogènes *A. fumigatus* et *A. niger* : 12 résultats positifs à Jolly et 7 à Ehrlich.

Cette différence que l'on peut constater entre ces services s'intègre dans la séparation entre les deux centrales de traitement d'air. Il semblerait vu ces résultats que le traitement de l'air de la CTA des unités Ehrlich et Jolly soit moins efficace que celle d'Hayem. Cependant d'autres paramètres sont à prendre en compte avant de tirer des conclusions, comme le respect des règles d'hygiène dans les unités, la présence de travaux dans les locaux...

Distribution des aspergillus dans le temps :

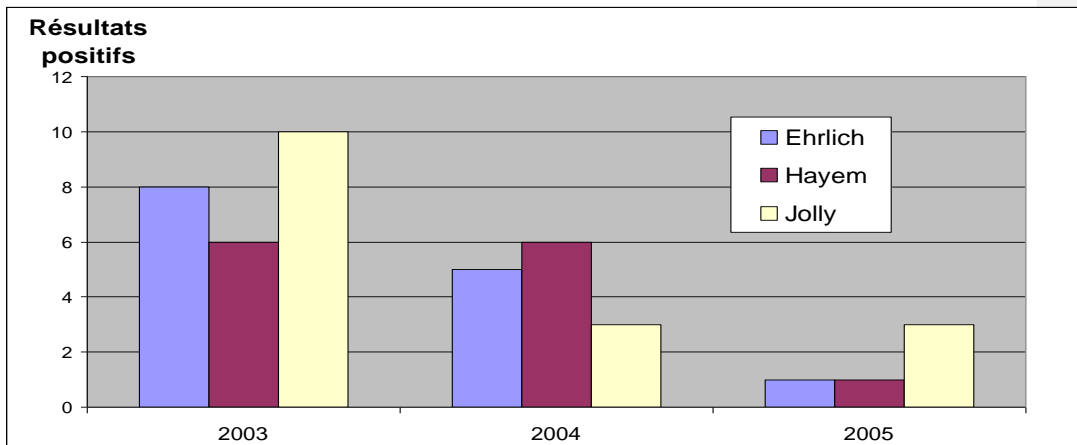


Figure 8 : Contamination aspergillaire de l'air par année

Graphique nous permet de constater une diminution de la de la fréquence des contaminations aspergillaires de l'air de l'année 2003 à l'année 2005. Ces résultats semblent être de bon augure par rapport à la mise en place de moyens efficaces de lutte contre la contamination aéroportée. Cependant il faut être vigilant, car les prélèvements qui ont été effectués sont ponctuels et étant donné le caractère fortement variable de la présence des *Aspergillus* dans l'air ces résultats ne sont pas forcément représentatifs de la fréquence de ces champignons.

Les cas d'aspergillose que nous allons étudié, peuvent également être des indicateurs dans ce domaine.

B) Prélèvement par contact

Les prélèvements par contact doivent également important à prendre en compte dans le cadre des infections aéroporté. En effet, une contamination des surfaces peut représenté un risque de dissémination des champignons dans l'air lors de mouvement dans l'environnement de la chambre. Les prélèvements par contact sont effectués à deux emplacement dans la chambre : sur les adaptables et au niveau du chevet pour avoir une bonne représentation de l'exposition du malade.

Les résultats de ces prélèvements sont recensés en annexe.

Concernant les aspergillus, on retrouve moins d'espèces différentes que pour les prélèvements d'air. Pour Hayem on ne retrouve aucune des deux espèces pathogènes que sont l'*A. fumigatus* et l'*A. niger*. Pour les services Ehrlich et Jolly, l'espèce *A. fumigatus* n'est pas détectée dans les prélèvements depuis 2003. *Aspergillus niger* est détecté 3 fois à Ehrlich et 5 fois à Hayem

Parmi les champignons que l'on trouve exceptionnellement dans les prélèvements, on peut en citer certains pour lesquelles des surveillances ont été nécessaires :

- *Scedosporium apiospermum* détecté : champignon opportuniste chez l'immunodéprimé pouvant provoquer des atteintes viscérales, des arthrites, kératites, et endophtalmies.
- *Scopulariopsis brevicaulis*, champignon cosmopolite pouvant provoquer des atteintes viscérales chez l'immunodéprimé.
- *Cunninghamella* sp.: Rare, champignon cosmopolite à l'origine de zygomycosis

8.2 Bilan des cas d'aspergillose survenus au sein de ces services.

8.2.1 Détection d'un cas d'aspergillose invasive

La détection d'un cas d'aspergillose invasive se fait d'abord sur les signes cliniques : fièvre, radiographie, antigénémie.

Cependant ces symptômes ne sont pas caractéristiques uniquement d'une infection à *Aspergillus* et peuvent être le résultat d'autres infections mycologiques. Ils ne représentent pas une preuve suffisante de la détection d'un cas d'Aspergillose.

Ces signes ne représentent qu'une alarme pour un cas potentiel d'Aspergillose, et nécessitent des examens plus approfondis.

Seuls des prélèvements directs avec analyse vont permettre de prouver l'AI. Ces prélèvements sont réalisés par lavage bronchoalvéolaire (LBA). C'est un lavage pulmonaire à l'aide de substances salines ou mucolytiques. Il permet le diagnostic des infiltrats pulmonaires et donc la détection d'une souche aspergillaire le cas échéant. L'examen direct se fait par microscope optique avec la détection de têtes aspergillaires qui représentent une grande valeur de diagnostic. Cet examen nécessite une confirmation par la culture, mais permet de débiter si il est positif, un traitement antifongique probabiliste.

2 groupes internationaux ont élaboré des niveaux de diagnostic permettant de qualifier le niveau de certitude de l'IA. Ainsi trois catégories ont été proposées selon les données et les tests que l'ont a pu effectués :

- Cas prouvé : basé sur l'existence d'un critère histologique (présence de champignons filamenteux au sein d'une lésion tissulaire) et l'identification du champignon en culture ;
- Cas probable : basé sur la présence d'au moins un facteur à risque, d'un critère clinique majeur (ou deux mineurs) et d'un critère microbiologique ;
- Cas possible : basé sur la présence au moins d'un critère de risque et d'un critère clinique majeur ou microbiologique.

Ces différentes catégories ont été reprises par le CHU de Toulouse lors de la surveillance épidémiologique en hématologie.

8.2.2 Détermination du caractère nosocomial :

Il n'est pas facile de déterminer du caractère nosocomial d'une AI. Les incertitudes portant encore sur les infections liées à ce champignon posent un problème lorsqu'il faut déterminer si l'aspergillose diagnostiquée a été acquise à l'hôpital ou en communauté. Le facteur le plus important générant cette difficulté est la période d'incubation de l'aspergillose qui est inconnue. En effet l'aspergillose peut se déclarer à l'hôpital, alors que le champignon a été contracté ailleurs. De ce fait toute décision concernant le caractère nosocomial est arbitraire. Il n'y a pas d'accord sur la définition d'un cas nosocomial. D'autre part, une étude menée par Manuel et Kibbler a mis en évidence que même dans le cas de clusters, chaque patient est infecté par une souche singulière différente de celle des autres patients. Ce qui rajoute à la difficulté de trouver la source de l'infection.

L'enquête épidémiologique relative étant un travail lourd à effectuer, une grille de recueil des données a été mise en place au CHU de Toulouse. Cette grille a été établie par l'EOHH afin de faciliter le recueil de toutes les données nécessaires d'une part pour connaître les circonstances de l'infection, d'autre part pour pouvoir déterminer si l'infection est de caractère nosocomial ou non.

Les informations collectées concernent les catégories suivantes :

- Le patient : Date d'entrée et de sortie, provenance avant l'hospitalisation, unité où le diagnostic a été porté et le diagnostic principal

- L'aspergillose : Critères diagnostiques, critères mycologiques, dosage des anticorps, les critères histologiques, le site anatomique et la définition du cas.
- Les facteurs de risque : l'immunodépression, la prophylaxie
- L'environnement et l'alimentation du patient
- Les travaux : présence ou non

C'est le praticien épidémiologiste de l'EOHH qui va décider en fonction des données qui auront été recueillies si l'infection a été contractée à l'hôpital ou non, et donc si il est nécessaire d'en informer la DDASS et le CCLIN.

8.2.3 Bilan épidémiologique des cas d'aspergillose nosocomiales 2003 / 2005

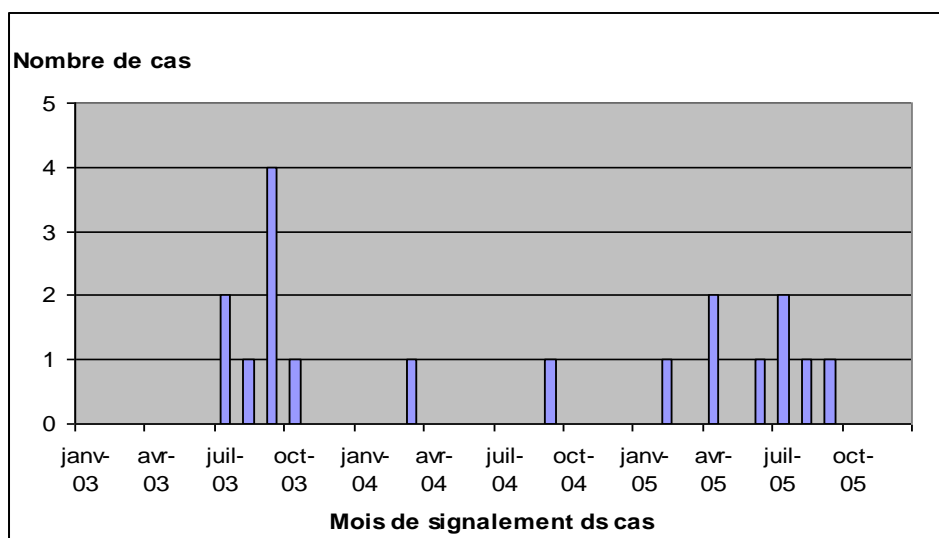


Figure 9 : Cas d'aspergillose dans le service hématologie

L'étude épidémiologique ayant été menée sur les cas d'aspergilloses survenues durant l'année 2005, a permis de mettre en évidence deux germes différents responsables de l'infection, retrouvés chez les patients: *Aspergillus fumigatus* et *Aspergillus niger* qui représentent effectivement les germes de l'*Aspergillus* les plus pathogènes pour les patients immunodéprimés.

Un rapide comparatif entre la contamination mycologique de l'air répertoriée lors des prélèvements de l'année 2005 et les cas d'infection de la même année ne permet pas de mettre en évidence, avec les données dont nous disposons, une relation entre la contamination aéroportée en *Aspergillus* et la survenue d'une infection aspergillaire.

En effet les analyses mycologiques qui ont été effectuées à partir des prélèvements de 2005 n'ont mis en évidence aucune souche ni d'*Aspergillus fumigatus*, ni d'*Aspergillus niger*. Il faut de nouveau préciser que les prélèvements sont trimestriels et qu'ils ont été réalisés durant les mois de janvier, mars, septembre et décembre. Ces mois ne sont pas représentatifs des dates des cas d'infection aspergillaire. De plus aucun prélèvement n'a été réalisé durant les travaux, qui représentent 7 fois sur 8 une source hypothétique des infections. Les données sont donc insuffisantes.

Concernant la revue bibliographique, des études ont été réalisées afin de mettre en avant la relation entre la contamination de l'air et l'apparition de cas d'infection aspergillaire. Celle menée par C. Alberti, a permis de mettre en évidence une relation entre la contamination aérienne à l'extérieure des chambres et l'incidence de l'INA. Elle a permis également de mettre en évidence une relation significative entre la contamination de l'air

en champignons et l'incidence de l'INA dans les chambres conventionnelles de secteurs d'hématologie classique. Il s'est également penché sur la relation entre contamination de surface et contamination de l'air et a relié de manière significative dans l'unité de greffe de moelle un lien entre ces deux sources d'exposition. Cette étude montre donc bien la nécessité de la mise en place de moyens de prévention pour réduire les risques de contamination de l'air dans la lutte contre les aspergilloses invasives.

9 Proposition de protocole pour l'évaluation et la gestion du risque aéroporté

9.1 Evaluation du risque aéroporté

Si l'on veut caractériser au mieux le risque aéroporté au sein des services hématologie, il faudrait effectuer ce travail sur l'ensemble des micro-organismes susceptible de contaminer l'air et d'infecter le malade. Mais, comme nous l'avons vu précédemment, ce sont les risques liés au genre *Aspergillus* qui représentent le danger le plus important pour les patients immunodéprimés. C'est pourquoi nous allons aborder le cas spécifique des *Aspergillus* qui nous intéressent tout particulièrement.

Une évaluation des risques sanitaires des *Aspergillus* en hématologie va avoir pour but de déterminer quel est le risque pour un patient immunodéprimé de contracter une infection nosocomiale liée à ce champignon et quelles sont les mesures à prendre pour la diminuer.

Cependant, la réalisation rigoureuse d'une telle étude se heurte à un certain nombre de problèmes qui sont liés en particulier à un manque de connaissances scientifique certain sur les caractéristiques des *Aspergillus* et des infections liées à ce champignon. Ainsi, nous nous proposons d'établir un protocole qui permettrait avec les connaissances qui nous manque de déterminer quel est le risque lié au genre *aspergillus*.

Nous allons donc détailler les différentes étapes de l'Evaluation des Risques Sanitaires appliquée à l'*Aspergillus* en mettant en avant les points importants et les informations nécessaires à sa réalisation :

9.1.1 Identification du danger :

Le danger lié au genre *Aspergillus* est bien référencé. La source d'émission est l'environnement et en particulier le sol et les poussières. Au niveau des chambres d'hématologie, la pollution aspergillaire va se retrouver dans l'air et sur les surfaces.

Le genre *Aspergillus* est responsable de pathologies d'aspects variés:

- Aspergillome :
- Aspergillose allergique
- Aspergillose invasive : c'est l'infection nosocomiale rencontrée chez les patients immunodéprimés, et qui nous intéresse.

Le danger est accentué par le manque de connaissances concernant cette infection : nous ne disposons pas de durée d'incubation, le diagnostic est difficile et les traitements médicaux sont peu efficaces.

Ainsi la mortalité peut atteindre jusqu'à 60 à 90 % des cas.

9.1.2 Choix d'une Valeur toxicologique de référence (VTR)

Il n'a pas été établi dans la littérature actuelle de relation dose réponse concernant le modèle humain. De plus, les modèles animaux ne sont pas extrapolable sur les hommes étant donné les quantités de spores administrées (allant de 10^5 à 10^6 spores/m³) et la grande diversité dans les résultats obtenus.

9.1.3 Exposition potentielle :

Le groupe à risque est bien identifié : ce sont les patients immunodéprimés A l'intérieur de ce groupe, on peut déterminer des sous groupes selon les pathologies, pour lesquels la littérature scientifique actuelle a permis de ressortir que la sensibilité à l'*aspergillus* n'est pas la même.

Les données recueillies par l'hôpital, nous permettront d'obtenir les informations sur le nombre de patients exposés et de recenser les caractéristiques des patients nécessaires à l'ERS : poids, âge, durée de séjour au sein de l'hôpital.

La voie d'exposition est l'inhalation. La porte d'entrée du germe ainsi que le site d'infection vont du conduit respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires. C'est donc la pollution aéroportée qui va être en contact direct avec la population. Cependant, il ne faut pas négliger celle accumulée sur les surfaces, qui va jouer un rôle lors des mouvements d'air par leur dispersion dans l'atmosphère de la pièce, en effet l'aspergillus est facilement volatilisable.

La durée d'exposition est fonction du temps de séjour des patients au sein du service et de la fréquence de contamination de l'air. L'apparition d'aspergillus dans l'air est variable et imprévisible, elle peut changer en un laps de temps très court ce qui pose un problème pour définir la durée d'exposition. Les prélèvements qui sont effectués au sein des hôpitaux ne se pas suffisant pour quantifier la contamination de l'air en aspergillus. On peut trouver des indices qui permettraient d'évaluer cette durée. On sait que c'est dans le cadre de travaux que le risque de contamination de l'air est le plus important. Il faudrait augmenter la fréquence des prélèvements de contrôle et réaliser un suivi beaucoup plus poussé lors de la réalisation de travaux à proximité des services.

L'inexistence de relation dose-effet et la méconnaissance sur la durée d'exposition des patients sont des obstacles à l'évaluation du risque sanitaire. Les données actuelles ne nous permettent donc pas de la réaliser. Il est intéressant de ce fait de s'intéresser aux études épidémiologiques réalisées sur ce sujet.

9.1.4 Etudes épidémiologiques

En s'intéressant au problème du bruit de fond concernant la contamination aspergillaire de l'air, nous avons pu nous rendre compte que celui-ci était difficile à mettre en évidence. En ce qui concerne les relations entre les contaminations de l'air par les fungi et les cas d'aspergillose, des études assez récentes portant sur les patient en hématologie mettent en évidence un risque pour des concentrations en *Aspergillus fumigatus* supérieures à 2ufc/m³ [5]. Il n'a pas été vraiment déterminé de concentration limite à partir de laquelle le risque d'infection aspergillaire augmente. Cependant, une revue de la littérature a permis de distinguer plusieurs publications traitant de ce sujet :

Auteurs de la publication	Résultats
Rhame et al	Risque d'AI plus élevé avec une contamination aspergillaire supplémentaire de 0,9 ufc/m ³
Arnow et al	Diminution marquée de l'incidence de l'AI avec une baisse de la densité aspergillaire de 1-2 à 0,2 ufc/m ³ .
Sheretz et al.	Pas d'apparition d'AI lorsque le nombre de colonies d' <i>Aspergillus</i> est inférieur à 0,009/m ³
Hospenthal et Leenders	Pas de corrélation démontrée entre la concentration d' <i>Aspergillus</i> dans l'air et l'incidence de l'AI

On se retrouve donc devant une situation où il n'est pas possible de quantifier le risque encouru par les malades. On ne peut pas donner de concentration à partir de laquelle le patient va courir un risque d'être infecté. Cependant les résultats des études vont dans le sens d'une baisse de l'incidence des AI avec une diminution de la contamination aspergillaire de l'air. Ainsi, malgré toutes les incertitudes concernant le risque, il est nécessaire et possible d'agir à la fois sur l'exposition et la sensibilité des patients immunodéprimés. Les moyens d'action utilisés au CHU de Toulouse ont été présentés précédemment. Nous allons maintenant revenir sur certains points qui nous paraissent

essentiels et pour lesquels nous allons proposer des solutions et des moyens de gestion plus efficaces.

9.2 Gestion du risque aéroporté :

9.2.1 Définition des niveaux bactériologiques

Comme nous avons pu le voir dans l'étude de la qualité de l'air, les limites de l'aérobiocontamination définies en fonction du niveau de risque des chambres sont difficilement atteignables dans les services non équipés de flux laminaire. D'ailleurs, dans ces services, il n'est pas possible techniquement d'obtenir en continu de tels résultats. Dans ces conditions, il semble intéressant d'adapter le niveau que l'on veut se fixer en fonction de la capacité des CTA. La Note CLIN Environnement V : n°6 définit les classes à atteindre.

- Greffe de moelle : zone à risque de niveau 4 : ISO 5 et B 5
- Autres chambres protégées : ISO 8 et B 200

Cette classification est respectée dans les chambres stériles de la greffe de moelle donc aucune mesure ne doit être prise à ce niveau là.

Concernant les autres services, la définition d'un niveau de contamination limite est plus difficile. La note CLIN impose une contamination $<200 \text{ UFC/m}^3$, ce qui représente le double de la limite imposée par la norme (classe B 100) pour une chambre de classe particulière ISO 8. Cependant même la classe B 200 est difficilement respectée (plus d'1/3 des prélèvements est supérieur). Il ne semble pas possible de fixer un niveau de contamination moins restrictif, cela ne représenterait plus d'intérêt pour la protection du patient. Il faut que les moyens mis en œuvre parviennent à faire respecter la classe imposée. Cependant il faut rester vigilant lors de contaminations trop importantes, et il serait bon de déterminer un seuil d'alerte à partir duquel des actions doivent être entreprises.

9.2.2 Surveillance systématique de l'environnement

Il est difficile de déterminer la dose minimale d'infection de l'aspergillus. En effet, les investigations de mesures environnementales commencent en général après une période d'accroissement des cas d'aspergilloses nosocomiales, et la concentration d'aspergillose dans l'air varie énormément. Une augmentation ponctuelle de la concentration en aspergillus ne peut pas être détectée avec des mesures qui ne sont réalisées que tous les trois mois.

Il semblerait intéressant au moins durant une période de grands travaux comme celle que connaît le CHU de Toulouse en ce moment d'intensifier les prélèvements d'air dans les chambres des patients immunodéprimés. Cela permettrait une meilleure détection et d'autre part un historique plus précis qui permettrait de mieux définir la source de contamination. Lors des travaux portant sur les huisseries les prélèvements pour les analyses mycologiques ont été ramenés à une fréquence de une fois par mois. Il est important de rappeler qu'à priori, quel que soit la concentration d'aspergillus dans l'air il y a un risque d'infection pour les patients immunodéprimés, c'est pourquoi l'objectif 0 Aspergillus a été fixé.

9.2.3 Maîtrise des risques liés aux travaux

D'un point de vue organisationnel, le risque aspergillaire lors de travaux en interne semble bien maîtrisé. La note CLIN Environnement – V n°5 définit bien le cadre des dispositions à mettre en œuvre. Les mesures qui sont prises concernant les travaux réalisés respectent les recommandations en ce qui concerne principalement les travaux en interne.

En effet le suivi du bon déroulement des travaux est bien effectué par l'EOHH et l'information circule bien entre les différentes entités (cadres de santé, EOHH, équipe de bionettoyage).

En ce qui concerne les travaux extérieurs au bâtiment il n'y a pas de suivi journalier qui est réalisé. Même si cela représenterait une gestion idéale, il ne paraît pas réalisable d'effectuer quotidiennement des visites de surveillance sur un chantier d'une telle ampleur. De plus une charte de bonne pratique a été signée avec le conducteur des travaux qui s'est engagé à respecter certaines règles pour éviter au maximum la dispersion de poussières. Il serait cependant intéressant de planifier des visites au moins hebdomadaires avec une grille d'évaluation, qui permettrait de corriger les problèmes rencontrés et d'actualiser les consignes en fonction de l'évolution des travaux.

Il pourrait être intéressant de mettre en place un outil sous forme de grille pour la surveillance quotidienne en interne, tel que celui qui a été proposé par Carter (voir annexe ?). Cette visite rapide représente une assurance du bon respect des consignes. Les outils qui ont été mis en place tels que la grille d'évaluation des travaux (voir annexe ?) sont des outils essentiels pour une bonne gestion.

L'EOHH a rédigé un protocole sous forme de diagramme pour les opérations de gestion à réaliser avant, pendant et après les travaux. Ce document n'a pas encore été validé au sein du CHU. Il est important qu'il soit rapidement pris en compte, surtout compte tenu des travaux actuels car il définit bien le rôle de chacun et les moyens de communication entre eux.

9.2.4 Mesures des caractéristiques des CTA

Pour s'assurer du bon fonctionnement des CTA il est essentiel d'être capable de vérifier de manière ponctuelle ou systématique les caractéristiques du système de traitement de l'air. Pour cela il faudrait que les techniciens aient accès à des outils de mesure qui leur permettrait de réaliser ces vérifications. Avant le début de ce mémoire, ils n'avaient à leur disposition qu'un anémomètre leur permettant de mesurer le débit d'air. Il s'est avéré nécessaire d'investir dans un manomètre pour réaliser les mesures de surpression dans les chambres. Avant l'achat de cet appareil, ils utilisaient le test de fumée qui représentait le seul moyen de s'assurer d'une protection dans la chambre. D'autres appareils de mesure paraissent utiles pour pouvoir surveiller le bon fonctionnement du traitement d'air. Ainsi un sonomètre permettrait de contrôler le respect d'un niveau sonore acceptable.

La demande a été faite de mettre en place des indicateurs de pression par chambre. Ce projet serait idéal pour pouvoir vérifier la mise en surpression des chambres et détecter un dysfonctionnement. Mais il nécessiterait une réflexion sur les décisions à prendre selon les valeurs indiquées. Comme cela a été fait pour la contamination bactériologique, il faudrait instaurer des seuils d'action et des seuils d'alertes. Les recommandations que l'on peut trouver dans les normes, imposeraient que le seuil d'alerte soit fixé à une surpression égale à 15 Pa. Les résultats que l'on a trouvés lors de la campagne ne sont pas du tout compatibles avec cette valeur. Le système de traitement d'air ne permet pas d'atteindre une telle surpression. Il ne semble pas possible aujourd'hui de déterminer un seuil d'alerte, spécialement à Hayem, étant donné les travaux qui vont être réalisés sur la CTA.

La mise en place de ces indicateurs ne permettrait pas d'identifier un niveau de qualité mais de contrôler en continu l'existence ou non d'une surpression.

9.2.5 Organisation

Depuis plusieurs années, les techniciens de la climatisation utilisent un logiciel MAO dans leur service afin que les interventions qui sont faites au niveau du système de traitement d'air soient répertoriées de façon systématique dans une seule et même base de données.

Ce logiciel prend en compte les travaux périodiques qui doivent être réalisés, et transmet directement au chef de service le bon de mission pour le prévenir qu'une action de maintenance doit être réalisée. Avant l'utilisation de ce logiciel, les actions qui étaient menées sur les CTA étaient plus ou moins bien répertoriées dans des cahiers ou même sur des bouts de papier scotchés sur l'appareil lui-même. Cette pratique ne permettait pas un suivi rigoureux de la maintenance des différentes machines et il pouvait arriver que des interventions ne soient pas répertoriées et que personne ne sache par qui et quand elles ont été réalisées. L'utilisation de la MAO permet d'avoir à jour un fichier par appareil et de retrouver l'historique de sa maintenance. Cet historique comprend à la fois le nom de la personne intervenue, la date de l'intervention, la nature de l'intervention et éventuellement les problèmes rencontrés.

Cet outil commence aujourd'hui à être utilisé plus systématiquement, mais il n'est cependant pas totalement maîtrisé par le personnel, voire pas du tout par certains techniciens.

Il semble que lors de la mise en place d'outil de travail de la sorte, une formation soit nécessaire. En effet, aujourd'hui certains techniciens sont réticents à l'utilisation de cet MAO du fait surtout de manque de connaissance. Une bonne maîtrise de son fonctionnement et un travail de sensibilisation sur les possibilités qu'offre un tel appareil apporterait une meilleure coordination et une utilisation plus efficace. Ainsi, aujourd'hui c'est le chef du service qui doit s'occuper de renseigner le fichier avec les bons de travail de certains techniciens.

Etant donné le manque de personnel qui handicape le service, de tels outils maîtrisés peuvent permettre d'assurer une meilleure efficacité.

9.2.6 Maintenance et Prévention:

Il semble évident aujourd'hui que les services techniques manquent cruellement de données concernant le système de traitement de l'air.

D'une part, ils ont à leur disposition des plans qui ont été réalisés lors de la mise en place du système et qui n'ont jamais été réactualisés. De ce fait, si des changements ont été apportés avant que l'équipe actuelle soit en place, il ne reste ni document les présentant, ni personnel pouvant les rapporter. De plus aujourd'hui il est impossible, à moins de gros travaux, d'y accéder car il n'y a pas de trappes d'ouverture dans les conduits d'aération.

Pour preuve, le problème qui se pose aujourd'hui concernant le mauvais fonctionnement du traitement de l'air caractérisé par le manque de surpression dans l'unité Hayem : il n'est pas possible de déterminer précisément d'où peut provenir le dysfonctionnement s'il s'agit d'un clapet ou d'un registre fermé dans la canalisation.

D'autre part, les manuels d'origine des centrales de traitement d'air ne sont pas facilement accessibles. Du coup, il est très difficile d'évaluer leur capacité et les problèmes ou limites qui pourraient se poser dans le cadre de modification pour améliorer la qualité du traitement d'air. Concernant le même problème et les travaux qui vont être réalisés sur la CTA, se pose la question de l'intérêt d'installer un variateur pour l'unité Hayem, en considérant les problèmes qui existent aujourd'hui et les contraintes liées aux capacités de la CTA que nous ne connaissons pas exactement.

Ce problème met en avant l'importance de l'archivage des notices du fonctionnement des CTA, de la traçabilité et de la diffusion des opérations de maintenance qui sont effectués.

La surveillance de l'état général des centrales fait partie intégrante du protocole de surveillance de la qualité de l'air. Certains auteurs préconisent une surveillance annuelle. Il est important que des visites préventives soient réalisées pour contrôler en routine le bon fonctionnement des CTA. Dans ce cadre il semble intéressant de développer l'outil MAO qui s'occupe aujourd'hui des interventions à réaliser mais qui ne prend pas encore en compte le côté prévention. Le suivi régulier de ces paramètres devrait apporter aux agents des services techniques de pouvoir détecter les éventuels colmatages des filtres, des pannes ou des fuites. L'intérêt d'un suivi quotidien permettrait l'assurance d'un fonctionnement irréprochable. Il nous semble donc, que la mise en place de cet outil serait un atout considérable pour la surveillance de la qualité de l'air.

9.2.7 Formation du personnel :

Si il y'a un bon suivi concernant la formation du personnel de santé dans le cadre des protocoles de lutte contre les infections nosocomiales, il semble qu'il y'ai un manque à ce niveau là pour le service technique.

La sensibilisation de tous les techniciens aux problèmes des infections nosocomiales par l'intermédiaire de réunion par exemple est importante.

Une note a été mise en place concernant les recommandations d'hygiène pour les agents des services techniques. Un suivi plus poussé lors de la communication de cette note avec les techniciens permettrait d'en améliorer l'efficacité. Il y a une véritable demande au niveau du personnel de maintenance, concernant également la formation lors la mise en place de nouvelles technologies.

9.2.8 Communication Personnel médical / service technique / EOHH

Un échange systématique doit se faire entre les équipes techniques et les cadres de santé. Ce sont eux qui gèrent le fonctionnement de leur unité et qui sont capable donc d'organiser l'activité en fonction des opérations de maintenance.

Les résultats des prélèvements d'air sont transmis aux cadres de santé. Lorsque les résultats sont critiques, les EOHH prennent préalablement contact avec ceux-ci afin de leur donner les instructions. Si les cadres de santé reçoivent un résultat de prélèvement qu'ils trouvent suspicieux, ils contactent l'EOHH afin de savoir s'il y'a des mesures à prendre. Ce système est bien en place et ne présente pas de lacune

Lorsque des champignons en particulier du genre aspergillus sont trouvé dans une chambre, le patient est sorti au plus vite pour réaliser un bionettoyage complet. Le problème relève du temps de culture plus ou moins rapide des champignons. Cela implique que, durant cette période, les patients sont exposés à une infection.

9.2.9 Sensibilisation des patients et des visiteurs:

En dehors du fait qu'il y a aujourd'hui une obligation réglementaire d'informer les patients des risques aéroportés auxquels ils sont confrontés il est également important d'un point de vue de la lutte contre les infections aéroportées de les sensibiliser à ce problème. Ainsi il est important de bien leur expliquer les précautions qui sont prises pour leur sécurité sanitaire afin que les contraintes qui leur sont imposées soient acceptées plus facilement. Par exemple de conseiller aux malades porteurs de dispositifs médicaux d'éviter les promenades extérieures lors de travaux extérieurs ou d'éviter de circuler dans les couloirs lors de travaux en interne. Lorsque les déplacements sont nécessaires, imposer le port de masque.

De même il est important de sensibiliser les visiteurs de personnes immunodéprimées, afin qu'ils agissent en connaissance de cause selon les recommandations qui leurs sont présentées.

Cette pratique implique l'investissement du personnel médical et est surveillée par les équipes opérationnelles d'hygiène. Cela est bien respecté au CHU de Toulouse et constitue un point essentiel en complément des systèmes de traitement d'air.

10 Discussion

10.1 Pourquoi y a-t-il des cas à Ehrlich et pas à Hayem ?

Une question s'est posée concernant la localisation des cas d'aspergillose. Il a été fait état que les cas survenus durant l'année 2005 ont tous été répertoriés dans l'unité Ehrlich alors que les patients de l'unité Hayem sont a priori plus exposés. Il semble intéressant de réfléchir sur l'origine de cette répartition, sachant que le niveau de risque pour les patients des deux services est sensiblement le même (ils sont soumis à des traitements d'induction très forts). Plusieurs hypothèses peuvent être émises portant sur différents domaines :

- L'architecture :

En effet, le service est beaucoup plus ouvert que les autres donc beaucoup plus exposé à la contamination de l'environnement, de plus sa structure fait que les déplacements y sont plus nombreux.

De plus le personnel médical fait état d'un manque important de chambres au sein de l'unité et notamment de chambres individuelles. Comme nous l'avons vu précédemment, le protocole veut que les personnes présentant une aplasie profonde soient installées en chambre individuelle avec des mesures d'isolement protecteur. Cependant aujourd'hui, le nombre de ces chambres est insuffisant pour que cela soit respecté tout le temps, ainsi certains patients fortement immunodéprimés sont installés en chambre double où il est plus difficile de respecter l'environnement protecteur.

- Le respect des protocoles :

Ce sujet peut être également avancé avec précaution, mais pourrait être une cause de ce problème :

- Les mesures d'isolement protecteur pour les patients en phase d'aplasie ne peuvent pas toujours être respectées car le nombre de chambres individuel est limité.
- Les protocoles de ménage et les mesures d'hygiène appliqués sont peut-être moins efficaces lors de situation à risque.

L'étude qui a été menée par E. E. Cooper n'a pas permis de mettre en évidence une augmentation significative de l'incidence d'aspergillose invasive durant une période de construction avec des mesures standards ou additionnelles (assurer le transport des débris dans de bonnes conditions, l'étanchéité des zones de travaux...) de contrôle d'infection comparée à la même période de l'année précédente alors qu'il n'y avait pas de travaux (OR : 1,2 (0,3 - 4,1)) Ce résultat semble être dû à une puissance statistique trop faible. Cependant, il permet de mettre en avant l'importance de l'organisation des services et le respect des mesures mises en place dans la lutte contre les infections nosocomiales.

10.2 Politique de prévention :

Les mesures de prévention sont essentielles pour maîtriser le risque d'Aspergillose Invasive car le diagnostic est difficile et les traitements peu efficaces. Cependant comme nous avons pu le voir, les connaissances sur le fonctionnement et l'incidence des *Aspergillus* sont aujourd'hui encore insuffisantes pour pouvoir réaliser une véritable évaluation des risques. Les données que nous possédons aujourd'hui nous permettent d'établir des programmes de prévention qui vont plus ou moins diminuer le risque

aspergillaire. Ces mesures pourraient être plus efficaces, à condition d'avoir plus d'informations sur le comportement de ce champignon et sa fréquence dans l'environnement. Des études épidémiologiques plus larges vont être nécessaires pour cela, d'autant plus que le nombre de patients immunodéprimés augmente.

10.3 Confort / sécurité / traitement des patients

Un problème auquel nous avons été confronté lors des décisions que nous avons eu à prendre concernant le système de traitement d'air est le confort du patient. En effet, les caractéristiques du confort lié au traitement d'air sont principalement la température et le niveau sonore. Face à la nécessité d'obtenir des résultats, le bien être du patient représente également un facteur important dans le traitement médical. Les constatations qui ont été faites lors du mémoire on mis en avant le problème de l'ancienneté du matériel qui n'est pas toujours adapté aux exigences normatives. Avec les conduits de distribution de l'air actuels, il n'est pas possible d'obtenir un traitement d'air suffisant avec un niveau sonore acceptable. Se pose donc la question de l'acceptabilité du risque par rapport au bien être des patients.

D'un autre côté, la situation difficile du CHU de Toulouse pose un autre problème. On a mis en évidence la nécessité d'effectuer des travaux au sein de ces services compte tenu de la vétusté des locaux et du système de ventilation. Ces travaux nécessitent la fermeture des unités concernées et donc une période durant laquelle aucun patient ne peut être traité. Etant donné l'importance du service hématologie au niveau régional et le nombre de personnes sur les listes d'attentes pour être soignées, la décision de fermer une unité a des répercussions importantes sur l'organisation des soins. Se pose donc la question de l'acceptabilité du risque par rapport au besoin de soigner les malades.

Il serait intéressant de mener des études approfondies sur ces sujets pour lesquelles il est difficile de donner des informations numériques. Des études comparables ont été menées sur l'impact psychologique de l'isolement en chambre stérile. Ce thème représente un enjeu important dans la prise de décision.

10.4 Extrapolation du mémoire:

Ce mémoire a été réalisé dans le but de répondre à une attente qui a été émise par le CHU de Toulouse dans le cadre d'une situation spécifique au service d'hématologie au moment de sa réalisation. Sa réalisation et les recommandations techniques qui ont été émises ont donc été basées sur des mesures et des constatations ponctuelles. Cependant, il est important, lors de la construction et de la maintenance de nouveaux services et systèmes de traitement d'air (par exemple le Cancéropole prévu pour 2012), de prendre en compte tout d'abord les normes et réglementations en vigueur, mais également les remarques sur les problèmes liés au fonctionnement des centrales actuels. Il semblerait intéressant, dans ce cadre, de réaliser un état des lieux sur la situation dans les autres établissements hospitaliers équipés de services hématologie.

CONCLUSION

Ainsi la gestion du risque aéroporté constitue un problème complexe qui nécessite un suivi constant. Complexe parce qu'au-delà des systèmes de traitements purement techniques de l'air, il met en jeu l'ensemble du personnel de l'hôpital depuis le personnel technique jusqu'aux personnel médical en passant par les équipes de ménage et de bionettoyage. Il nécessite une implication de chacun et une bonne organisation entre toutes ces entités.

Entre en jeu également le fonctionnement même de la contamination de l'air qui est difficile à déterminer en particulier pour les *Aspergillus* comme on a pu le constater tout au long du mémoire.

Malgré le manque de connaissance sur le fonctionnement *des Aspergillus* qui nous empêchent d'effectuer une évaluation des risques et le fait qu'il n'y ait pas de réglementation concernant les limites des concentrations dans l'air, des moyens de préventions doivent être mis en place et une gestion doit être assurée en fonction des possibilités et des données connues.

Grâce à ce travail, on a pu relever les points importants qui semblent devoir être améliorés dans la gestion du risque aéroportés. Cela passe par une meilleure maîtrise du système de traitement d'air et un travail de maintenance important (contrôle des débits et des pressions). L'utilisation d'outils adaptés tel que des logiciels d'aide à la maintenance permet d'assurer un fonctionnement en continue. Il est important d'insister sur l'importance de la formation et de la sensibilisation de l'ensemble du personnel, dans laquelle s'intègre ce mémoire. Enfin comme dans toute politique de gestion la communication représente un point essentiel.

Il semble important de mentionner également que cet état des lieux a été réalisé dans des services datant de plus d'une dizaine d'années qui n'ont pas été spécifiquement conçu pour accueillir des patients immunodéprimés. C'est pourquoi, comme nous l'avons vu, il est difficile de pouvoir répondre constamment aux recommandations proposées par les normes officielles. Celles-ci évoluent avec les nouvelles technologies, alors que dans des locaux anciens où le remplacement complet des installations n'est pas envisageable, les systèmes de traitement d'air ont leurs limites.

Lors de la construction d'une nouvelle installation destinée à accueillir des zones à risques élevés, des études préalables sont réalisés afin de réunir tous les paramètres pour que la sécurité sanitaire des patients soit assurée lors de leur hospitalisation. Etant donné les enjeux relatifs aux infections nosocomiales, il faut toujours mettre en place la meilleure technologie possible, en prenant en compte le risque infectieux et le coût financier. Il faut également être capable d'anticiper sur une restriction des normes.

Ce travail est d'actualité et s'intègre dans la politique nationale de gestion des risques en place dans les établissements de santé.

Bibliographie

Publications:

R.-P. VONBERG et al. – Nosocomial aspergillosis in outbreak settings – Journal of Hospital Infection (2006)

F. NICOLAS – Aspects éthiques des infections nosocomiales - Ann Fr Anesth Réanim (1998) ; 17 : p415-422 - Elsevier, Paris

C. LANDELLE et al. – Les infections nosocomiales sous flux laminaire – XVI^{ème} Congrès National de la Société Française d'Hygiène Hospitalière – Reims, 2 et 3 juin 2005.

M. CORNET et al. – Efficacy of prevention by high-efficiency particulate air filtration or laminar airflow against aspergillus airborne contamination during hospital renovation – Infection control and hospital epidemiology (1999); 20: p508-513.

C. ALBERTI et al. – Relationship between environmental fungal contamination and the incidence of invasive aspergillosis in haematology patients – Journal of Hospital Infection (2001) 48, p198-206.

O FAURE, H Fricker-Hidalgo, B. Lebeau, M.R. Mallaret - Eight-year surveillance of environmental fungal contamination in hospital operating rooms and haematological units - The Journal of Hospital Infection (fév 2002) - volume 50 n°2– p155 -160

A.J. STREIFEL et al. – *Aspergillus fumigatus* and other thermotolerant fungi generated by hospital building demolition – Appl Env Microbiol (1983) 46, p375-378

N. NOLARD-TINTIGNER et al. – Mise en évidence d'*Aspergillus fumigatus* lors de travaux de construction et de rénovation en milieu hospitalier - Bul Soc Fr Mycol Med (1985)

J.P. GANGNEUX, J.L. Poirot, O Morin, F Derouin – Surveillance mycologique de l'environnement pour la prévention de l'aspergillose invasive – Presse Med (2002) 31, p841-848

C. EICKHOFF - Airborne nosocomial Infection: A contemporary perspective - Infection control and hospital epidemiology (1994) 15, p663-672

C. LASS-FLÖRL – Epidemiology and outcome of infections due to *aspergillus terreus* : 10 year single center experience – British journal of haematology (2005) 131, p201-207

M.F. ALLAM – Invasive pulmonary aspergillosis : retrospective case record review – Rev Iberoam Micol (2004) 21, p.35-38

H. HUMPHREYS – Positive-pressure and the prevention of invasive aspergillosis. What is the evidence? – Journal of Hospital Infection (2004) 56, p 93-100

E.E. COOPER et al. - Influence of building construction work on *Aspergillus* infection in a hospital setting – Infection control and hospital epidemiology (2003) 15, p472-476

Mis en forme : Police :11 pt

Mis en forme : Anglais (Royaume-Uni)

Mis en forme : Anglais (Royaume-Uni)

Mis en forme : Anglais (Royaume-Uni)

R. A. HAJJEH – Counterpoint: Invasive Aspergillosis ad the Environment. Rethinking our approach to prevention – Invasive Aspergillosis and the Environment, CID 2001:33, p1549-1552

T. Eckmanns et al. – The influence of High-Efficiency Particulate Air filtration on mortality and fungal Infection among highly immunosupressed Patients: a systematic review – The journal of infection diseases (2006) 193, p1408-1418

Rapports et Dossiers :

Audit interne sur des cas d'aspergilloses en hématologie adulte

Dossier : La qualité de l'air à l'hôpital – Hygiène en Milieu Hospitalier (1999) - n°18-mai

Conférence de consensus ANAES - Prévention du risque aspergillaire chez les patients Immunodéprimés- Hygiènes (2000) Volume VII n°6

[Notes du CLIN \(CHU de Toulouse\) – Prévention du risque aspergillaire lors de travaux – Notes du CLIN Environnement V Note n°5 du CHU de Toulouse, octobre 2002.](#)

[CLIN \(CHU de Toulouse\) – Surveillance microbiologique de l'environnement – Notes du CLIN Environnement V Note n°6, janvier 2003.](#)

~~[-Prévention du risque aspergillaire lors de travaux-](#)~~

CTIN, Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, Secrétariat d'Etat à la Santé et à l'action sociale

DGS/DHOS, CTIN – Surveillance microbiologique de l'environnement dans les établissements de santé. Air, eaux et surfaces (2002)

Mis en forme : Espace Avant : 0 pt, Après : 0 pt, Interligne : simple

[SFHH – La qualité de l'air au bloc opératoire : Recommandations d'experts – GR-AIR/octobre 2004.](#)

A. Bertrou et al. - Hygiènes- Vigilance environnementale (2000) - Volume VIII n°3

Mis en forme : Espace Avant : 0 pt, Après : 0 pt, Interligne : simple

Guide de l'Ultra-Propreté – Maîtrise de la contamination, conception, réalisation exploitation des salles propres (2002) – 4ème édition BCMI

[JCADE G3A – Construction d'un bâtiment pour les activités medico-techniques et d'hospitalisation – Hôpitaux de Toulouse, 22 mars 2005.](#)

Mis en forme : Français (France)

Traitement de l'air en milieu hospitalier – Les guides pratiques d'Uniclimate (1997)

R. BONNARD - INERIS - Le risque biologique et la méthode d'évaluation du risque

D. DIULIUS – Elaboration d'un protocole de surveillance de la qualité de l'air dans les blocs opératoires des hôpitaux de Toulouse - ENSP (2003)

A. SAVY – Evaluation de la connaissance du risque fongique en milieu hospitalier. – ENSP (2005)

S. DRUGEON – Impacts des systèmes de traitement d'air sur la protection des patients. Application aux services des grands brûlés – ENSP (2002)

Glossaire

Alvéole : Sac microscopique du tissu pulmonaire situé à l'extrémité d'une bronchiole où s'effectuent les échanges respiratoires

Aplasia : Insuffisance congénitale du développement d'un tissu, d'un organe ou du développement de cellules survenant après la naissance

Cavité pleurale : espace virtuel qui existe entre les deux feuillets de la plèvre.

Chimiothérapie : Traitement par des substances chimiques en particulier en cancérologie.

Corticothérapie : Traitement par corticoïde (hormone de la glande corticosurrénale et leurs dérivés synthétiques)

Eosinophilie : taux de granulocyte éosinophile supérieur à $500/\text{mm}^3$

Filamenteux : Qualitatif courant en hématologie pour désigner les champignons qui produisent des filaments par opposition aux levures dont l'ensemble du système végétatif et reproducteur est unicellulaire

Hématologie : Spécialité médicale qui étudie le sang, les organes hématopoïétiques (organes où a lieu la formation des cellules du sang, c'est-à-dire la moelle rouge des os et le tissu lymphoïde) et leurs affectations

Incidence : Le taux d'incidence d'une maladie est la « vitesse de production » de nouveau cas. Il est égal au nombre de nouveaux cas par unité de temps divisé par la taille de la population.

Infection nosocomiale : infection acquise à l'hôpital

Neutropénie : Diminution du nombre de certains globules blancs dans le sang, les granulocytes neutrophiles

Pathogène : qui entraîne une maladie

Liste des figures

Figure 1 : Aspergillus

Figure 2 : Résultat des analyses bactériologiques Ehrlich

Figure 3 : Résultat des analyses bactériologiques Hayem

Figure 4 : Résultat des analyses bactériologiques Jolly

Figure 5 : Résultat des analyses mycologiques des prélèvements d'air Ehrlich depuis 2003

Figure 6 : Résultats des analyses mycologiques des prélèvements d'air Hayem depuis 2003

Figure 7 : Résultats des analyses mycologiques des prélèvements d'air Jolly depuis 2003

Figure 8 : Contamination aspergillaire de l'air par année

Figure 9 : Cas d'aspergillose dans le service hématologie

Liste des annexes

Annexe 1 : Classification des filtres

Annexe 2 : Classe de propreté particulaire de l'air

Annexe 3 : Performances techniques selon les niveaux de risques dans les établissements de santé

Annexe 4 : Fiche de signalement des infections nosocomiales

Annexe 5 : Contrôle Bactériologique de l'air Année 2003

Annexe 6 : Résultats des analyses mycologiques des prélèvements par contact depuis 2003

Annexe 7 : Grille d'évaluation du déroulement d'un chantier

Annexe 1 : Classification des filtres

- Classés selon la norme NF EN 779 :

Testés selon la méthode gravimétrique (filtres grossiers) :

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

Testés selon la méthode opacimétrie (filtres fins)

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

- Testés et classés selon la norme NF EN 1822 :

HEPA : High Efficiency Particulate Air (H)

ULPA : Ultra Low Penetration Air (U)

Classe	E% 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 Particule Size

Annexe 2 : Classe de propreté particulaire de l'air

Classification selon la norme NF EN ISO 14644-1 : 1999 :

Numéro de classification	Concentrations maximales admissibles (particules/m ³ d'air) en particules de taille égale ou supérieure à celle donnée ci-dessous					
	0.1µm	0.2µm	0.3µm	0.5µm	1µm	5µm
ISO1	10	2				
ISO2	100	24	10	4		
ISO3	1000	237	102	35	8	
ISO4	10000	2370	1020	352	83	
ISO5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO6	1000000	237000	102000	35200	8320	293
ISO7				352000	83200	2930
ISO8				3520000	832000	29300
ISO9				35200000	8320000	293000

Annexe 3 : Performances techniques selon les niveaux de risques dans les établissements de santé

Objectifs							Moyens	
Hors présence humaine et en présence d'équipements immobiliers				En activité				
Designation de la zone	Classe particulaire de la zone à protéger	Niveau cible de classe de décontamination particulaire à 0.5 µm	Niveau cible de classe bactériologique à protéger	T°C	Taux d'humidité de l'air	Pression acoustique maximale	Régime d'écoulement de l'air dans la zone à protéger	Taux de renouvellement de l'air
ZONE 4	ISO 5	CP 10	B10	19 à 26	45 à 65 %	48 dBA	Unidirectionnel	> 50
ZONE 3	ISO 7	CP 20	B10	19 à 26	45 à 65 %	45 dBA	Unidirectionnel ou non unidirectionnel	25-30
ZONE 2	ISO 8	CP 20	B100	19 à 26	45 à 65 %	40 dBA	Non unidirectionnel	15-20
ZONE 1	Locaux non spécifiques					35 dBA		

Description de l'évènement (joindre les documents établis par l'établissement rendus anonymes) :

- Epidémie ou cas groupés : Oui, précisez Non
- Caractère nosocomial : Certain Probable
- Origine du (des) cas : Acquis dans l'établissement Importé(s)
- Autre(s) établissement(s) concerné(s) : Oui, le (s)quel(s)
..... Non Ne sait pas
- Service(s) ou unité(s) concerné(s) :
- Microorganisme(s) en cause :
✓ Profil de résistance (joindre l'antibiogramme) :
- Site(s) anatomique(s) de l'infection :

Investigations réalisées à la date du signalement

(joindre les documents établis par l'établissement rendus anonymes) : Oui Non En cours

✓ Précisez :

Hypothèse sur la cause de l'infection : Oui Non

✓ Précisez :

Mesures correctives : (joindre les documents établis par l'établissement rendus anonymes)

- Prises à la date de signalement Oui Non Sans objet
- A prévoir à long terme : Oui Non Ne sait pas Sans objet

✓ Précisez :

Besoin d'expertise extérieure : Oui Non

✓ Précisez :

Pensez-vous que l'évènement soit maîtrisé : Oui Non

✓ Précisez :

Commentaires du praticien en hygiène :

.....
.....
.....

Fait à : le : [][][][] 2 0 0 [][] Signature :

A retourner sans délai à la DDASS et au CCLIN

--	--

Annexe 5 : Contrôle Bactériologique de l'air Année 2003

Service	Date du prélèvement	N° du prélèvement	UFC/m ³	lieu du prélèvement	Bactéries
Ehrlich	09/12/2003	03S14688	<200	SdS	4 UFC/M Staphylocoques aureus
		14692	300	Ch.728	
		14687	60	Ch.708	
		14690	32	Ch.720	
	19/09/2003	10927	120	Ch.710	
		10929	650	SdS	
		10930	480	Ch.710	
		10931	330	Ch.722	
	31/07/2003	O8846	200	Ch.720	26 UFC/m ³ Acinetobacter baumannii
		O8852	440	Ch.726	
		O8848	320	Couloir	
		O8844	culture stérile	SdS	
	19/06/2003	O7200	1600	Couloir	
		O7196	950	SdS	
		O7195	480	Ch.726	
O7194		480	Ch.708		
18/03/2003	O3187	100	Ch.718		
	O3183	440	Couloir		
	O3190	480	Ch.710		
	O3189	600	SdS		
Hayem	07/05/2003	03S05295	<200	SdS	
		O5297	66	Ch.707	
		O5299	<1000	Couloir	
		O5300	<1000	Ch.701	
	29/01/2003	O1329	<500	Couloir	
		O1327	750	Ch.701	
		O1333	<500	SdS	
		O1328	1200	Ch.711	
	09/01/2003	OO253	<500	Ch.711	
		OO254	<500	Couloir	
OO252		<500	Ch.703		
OO251		<500	SdS		
Jolly	28/10/2003	03S12720	260	Ch.622	
		12722	<1000	Ch.626	
		12718	<200	Couloir	
		12719	650	SdS	
	04/06/2003	O6577	360	Ch.614	
		O6584	566	Couloir	
		O6579	332	Ch.618	
		O6583	232	SdS	
	28/05/2003	ANNULE			
	05/02/2003	O1599	600	SdS	
		O1604	100	Ch.618	
		O1600	<500	Couloir	
		O1597	500	Ch.624	

Contrôle bactériologique de l'air : Année 2004

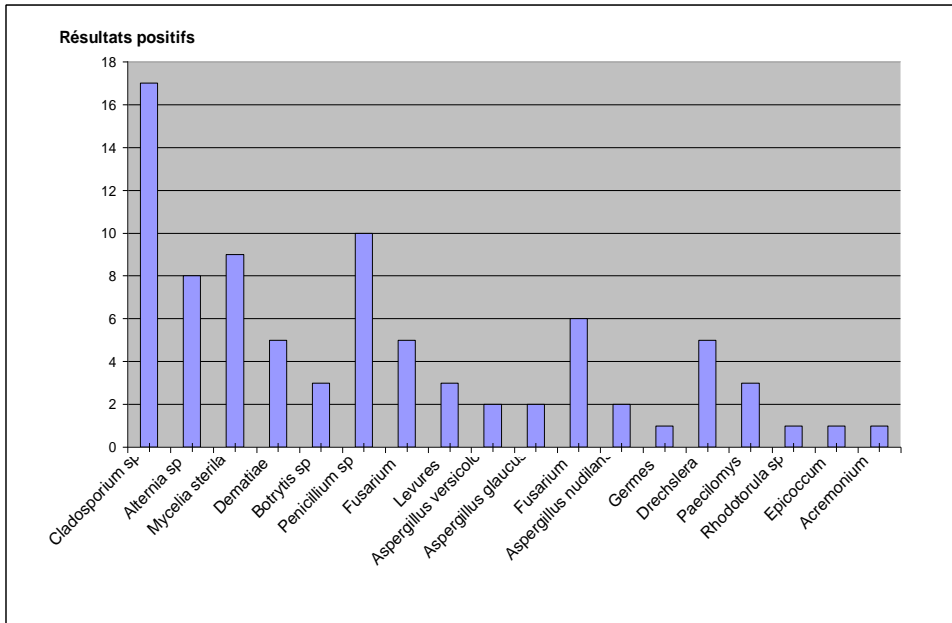
Service	Date du prélèvement	N° du prélèvement	UFC/m ³	lieu du prélèvement	Bactéries
Ehrlich	05/10/2004	04S13794	130	Ch.730	
		13801	210	Couloir	
		13805	654	SdS	
		13809	42	Ch.714	
		13812	332	Ch.722	
	28/07/2004	10800	404	Ch.726	
		10798	190	Ch.722	2 UFC S aureus
		10806	420	SdS	2 UFC Acinetobacter baumannii
		10807	<1000	Couloir	
	23/03/2004	O4255	162	Ch.710	
		O4259	264	SdS	
		O4264	54	Ch.712	
22/01/2004	O1246	332	Ch.726		
	O1251	226	Couloir		
	O1248	264	SdS		
Hayem	06/10/2004	04S13882	100	Ch.703	
		13883	138	SdS	
		13884	200	Couloir	
		13893	154	Ch.705	
	27/07/2004	10713	?	Ch.703	
		10716	<200	SdS	
		10712	484	Couloir	
		10707	<200	Ch.705	
	29/04/2004	O6131	166	Ch.701	
		O6125	58	Ch.715	
		O6134	200	SdS	
		O6133	360	Couloir	
29/01/2004	O1546	<200	SdS		
	O1550	66	Ch.701		
	O1554	<200	Couloir		
	O1540	66	Ch.711		
Jolly	06/10/2004	04S13887	110	Ch.626	
		13888	484	Couloir	
		13879	106	Ch.610	
	12/08/2004	11543	<200	Ch.614	
		11539	<1000	Couloir	
		11540	<200	SdS	
		11537	330	Ch.626	
	17/05/2004	O1747	<200	Couloir	
		O1746	<200	Ch.610	
		O1755	<200	Ch.626	
		O1754	<200	SdS	
	19/02/2004	O2638	78	Ch.618	
O2635		<200	Couloir		
O2633		66	Ch.626		
O2609		294	SdS		

Contrôle bactériologique de l'air : Année 2005

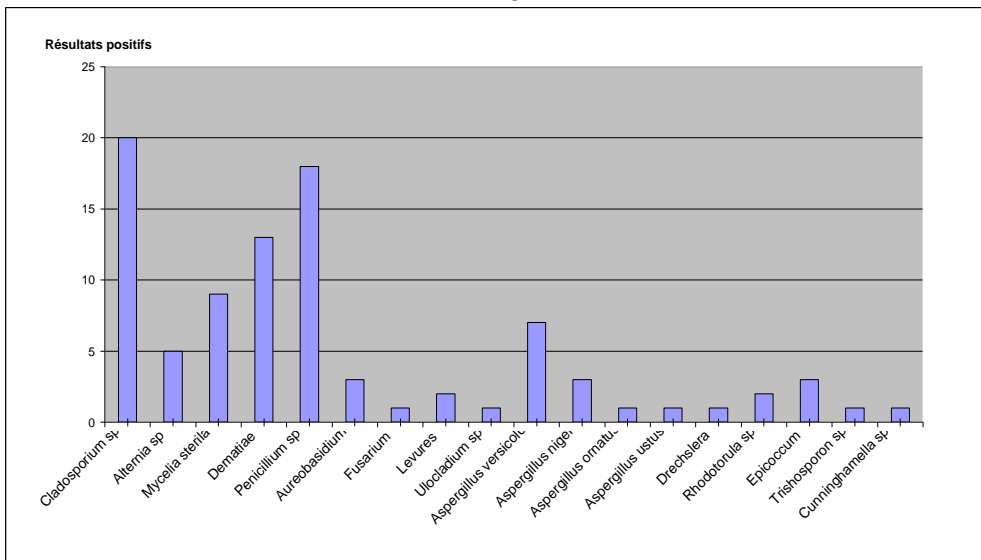
Service	Date du prélèvement	N° du prélèvement	UFC/m ³	lieu du prélèvement	Bactéries
Ehrlich	08/12/2005	05S16936	618	Salle de soin	
		16929	24	Ch.720	
		16934	90	Ch.728	
		16939	444	Ch.704	
	28/09/2005	13331	154	Ch.710	
		13336	566	Couloir Accueil	Staphylocoques aureus
		13332	276	Salle de soin	Staphylocoques aureus
		13329	110	Ch.722	
	01/07/2005	O9192	264	Ch.710	1 colonie muqueuse A. baumannii
		O9186	332	Accueil	
O9178		568	Salle de soin	3 Colonies Bacillus cereus	
O9189		188	Ch.728		
14/03/2005	O3812	206	Couloir face ch		
	O3811	122	Pièce de soins		
	O3813	70	Ch.712		
	O3819	30	Ch.722		
12/01/2005	OO590	<200	Ch.728		
	OO595	<1000	Pièce de soins		
	OO593	<200	Couloir		
	OO594	<200	Ch.708		
Hayem	19/10/2005	14393	332	Ch.705	
		14395	484	Pièce de soins	
		14394	1256	Couloir	
	13/07/2005	O9866	270	Pièce de soins	
		O9867	587	Couloir	
		O9872	360	Ch.707	4UFC Staphylocoques aureus
		O9874	Annulé		
	19/04/2005	O9871	<1000	Ch.711	2 UFC Stenotrophomonas maltophilia
		O5648	404	Ch.701	
		O5651	484	Ch.703	
O5655		368	Couloir		
26/01/2005	O5654	<200	Pièce de soins		
	O1459	70	Ch.703		
	O1468	7	Ch.707	Staphylocoques aureus	
	O1463	150	Pièce de soins		
Jolly	23/11/2005	O1467	122	Couloir	Bacillus cereus
		05S16073	90	Pièce de soins	
		16067	96	Couloir	
		16063	38	Ch.614	
	11/08/2005	16071	24	Ch.622	
		11449	114	Ch.606	
		11451	160	Ch.626	
		11453	328	Pièce de soins	2 UFC Staphylocoques aureus
	04/05/2005	11454	242	Accueil	
		O6465	142	Ch.608	
O6464		280	Ch.620		
O6470		332	Pièce de soins		
02/02/2005	O6469	172	Couloir Accueil		
	O1899	<200	Ch.622		
	O1902	60	Ch.606	6 UFC Staphylocoques aureus	
	O1905	238	Couloir Accueil	2 UFC Staphylocoques aureus	
	O1906	48	Pièce de soins		

Annexe 6 : Résultats des analyses mycologiques des prélèvements par contact depuis 2003

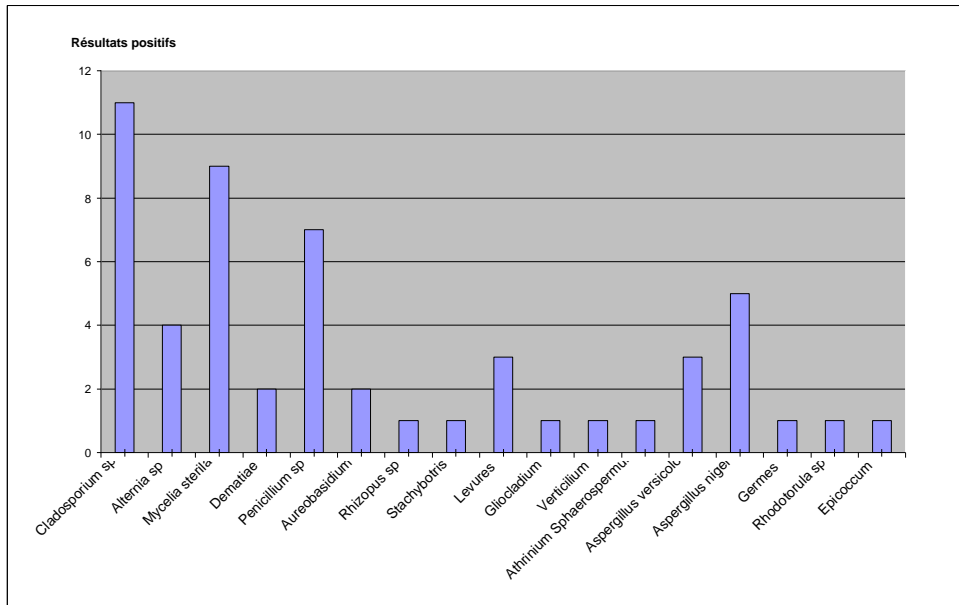
HAYEM



EHRlich



JOLLY



Annexe 7 : Grille d'évaluation du déroulement d'un chantier

Grille d'évaluation du déroulement d'un chantier

Des travaux ont eu lieu dans un secteur relevant de votre responsabilité. Vous voudrez avoir l'amabilité de remplir ce questionnaire et le renvoyer **au responsable des services techniques (Hôtel-Dieu)**

SiteService et UF.....Chantier.....Date __/__/__

1. Il s'agissait :

- travaux d'intérieur, de gros œuvre (rénovation, abattage de murs et cloisons, dépose d plafonds, de carrelages, cloisonnements, réfection de fenêtres ou de volets roulants...)
- travaux d'intérieur, de type aménagements ou maintenance (câblage électrique ou téléphonique sans dépose de faux-plafonds, petite plomberie, revêtements de sols, peinture...)

2. Avez-vous été prévenu(e)

- une semaine avant
- un mois avant
- je n'ai pas été prévenu(e)

3. Le confinement de la zone en travaux a-t-il été correct

- oui, toujours
 - oui, souvent
 - oui, rarement
 - jamais
- explicitier, SVP :

4. Les circuits ont-ils été affichés ?

- oui non

5. Les ouvriers ont-ils respecté les circulations prévues

- oui, toujours
 - oui, souvent
 - oui, rarement
 - jamais
- explicitier, SVP :

6. Avez-vous eu l'impression que la tenue des ouvriers était :

- toujours propre
- plutôt propre
- plutôt sale
- toujours sale

7. Dans l'ensemble, du point de vue de la propreté, diriez-vous que ce chantier :

- s'est très bien passé
- s'est bien passé
- s'est plutôt mal passé
- s'est très mal passé

Commentaires et suggestions :

Cadre de l'Unité :

Nom.....

Signature