

## Risque infectieux fongique et travaux en établissements de santé

Identification du risque et mise  
en place de mesures de gestion

Mars 2011



**Directeur de la publication :**  
Bernard Grynfolgel

**Revue indexée dans**  
PASCAL/INIST-CNRS

**Rédaction**

 Université Claude-Bernard  
Laboratoire d'épidémiologie  
et santé publique  
8, avenue Rockefeller  
F-69373 Lyon cedex 08  
Tél. & Fax 04 78 77 28 17  
E-mail : hygienes@univ-lyon1.fr

**Rédacteur en chef**  
Jacques Fabry (Lyon)

**Responsable Bulletin SFHH**  
Hélène Boulestreau (Bordeaux)

**Nosothème**  
N. Sanlaville, S. Yvars

**Secrétaire de rédaction**  
Valérie Surville (Lyon)

**Conseiller scientifique**  
Anne Savey (Lyon)

**Comité scientifique**

 Président : J. Carlet (Paris)  
G. Antoniotti (Aix-les-Bains)  
G. Beaucaire (Pointe-à-Pitre)  
E. Bouvet (Paris)  
G. Brückner (Paris)  
J. Chaperon (Rennes)  
J. Drucker (Washington)  
G. Ducloux (Genève)  
J.-P. Gachie (Bordeaux)  
D. Gouillet (Lyon)  
V. Jarlier (Paris)  
H. Laveran (Clermont-Ferrand)  
X. Lecoutour (Caen)  
D. Monnet (Stockholm)  
B. Regnier (Paris)  
H. Richet (Marseille)  
M. Sepetjan (Lyon)

**Comité de rédaction**

 D. Abiteboul (Paris)  
L.-S. Aho-Glélé (Dijon)  
P. Astagneau (Paris)  
R. Baron (Brest)  
P. Berthelot (Saint-Étienne)  
J. Beytout (Clermont-Ferrand)  
C. Brun-Buisson (Créteil)  
V. Chaudier-Delage (Lyon)  
C. Chemorin (Lyon)  
P. Czernichow (Rouen)  
J.-C. Darbord (Paris)  
L. Dhidah (Sousse)  
R. Girard (Lyon)  
B. Grandbastien (Lille)  
J. Hajjar (Valence)  
Ph. Hartemann (Vandœuvre-les-Nancy)  
O. Keita-Perse (Monaco)  
B. Lejeune (Brest)  
J.-C. Lucet (Paris)  
M.-R. Mallaret (Grenoble)  
N. Marty (Toulouse)  
P. Parneix (Bordeaux)  
A.-M. Rogues (Bordeaux)  
C. Sartor (Marseille)  
D. Talon (Besançon)  
O. Traoré (Clermont-Ferrand)  
Ph. Vanhems (Lyon)  
X. Verdeil (Toulouse)

**Traducteur/Réviseur des textes anglais**  
T. Tebby (Tours)

**Publicité et rubrique**
**« Entreprises et produits »**

 Aviridis - Bernard Grynfolgel  
31, chemin des Balmes - BP 14  
F-69141 - Rillieux  
Tél. 04 78 88 04 87 - Fax 04 78 88 12 18  
e-mail : info@aviridis.fr

**MAQUETTE :** Boops (Lyon)

**IMPRIMERIE :** Lamazière (Décines)

**COMMISSION PARITAIRE :** 0712T 81403

**ISSN :** 1249-0075

**DÉPÔT LÉGAL :** mars 2011

© Health &amp; Co



Volume XIX - N° 1 - Mars 2011

## Risque infectieux fongique et travaux en établissement de santé

### Identification du risque et mise en place de mesures de gestion

Préface .....	3
Contributions.....	6
Groupe de travail.....	7
Liste des abréviations.....	8
Liste des tableaux et figures.....	9
Contexte et méthode.....	10
a. Contexte.....	10
b. Méthode.....	10
Question 1. Caractérisation du risque : analyse des données de la littérature sur le risque infectieux fongique en cas de travaux.....	13
1. a Définir les risques.....	13
1. a. 1 Le risque .....	13
1. a. 2 Le risque environnemental fongique associé aux champignons filamenteux .....	14
1. a. 3 Le risque infectieux.....	14
1. a. 4 Le risque infectieux fongique nosocomial associé aux champignons filamenteux .....	14
1. b Identification du risque environnemental fongique en fonction du type de travaux de bâtiments .....	14
1. c Identification et classification des champignons.....	15
1. c. 1 Les champignons dont la présence .....	16
est augmentée lors de travaux .....	
1. c. 2 Les champignons en cause.....	16
dans les infections fongiques invasives .....	
1. c. 3 Les champignons responsables .....	16
d'infection fongique invasive nosocomiales associés aux travaux ( <i>construction-related nosocomial infection</i> ) .....	
1. c. 4 Conclusion.....	17
1. d Ciblage et quantification des populations .....	17
à risque d'infection fongique invasive .....	
1. e Ciblage et quantification des services .....	19
ou unités d'hospitalisation à risque infectieux fongique .....	
1. f Références bibliographiques.....	19

Les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles ont été incorporées sont autorisées.

Toute autre reproduction est interdite sans autorisation de l'éditeur.

(Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 du code pénal art. 425).

La liste des annonceurs figure page 51.

Question 2. Gestion pratique du risque infectieux fongique en cas de travaux : mise en place d'une étude d'impact et identification des mesures de gestion du risque .....	23
2. a Mise en place d'une étude d'impact .....	23
2. a. 1 Étude d'impact sur l'environnement en cas de travaux en établissement de santé .....	23
2. a. 2 Caractéristiques de l'étude d'impact .....	24
2. a. 3 Application en établissement de santé .....	24
2. a. 4 Étude d'impact d'un chantier en établissement de santé .....	24
2. b Propositions de mesures de gestion du risque infectieux fongique .....	28
2. b. 1 Préambule, méthode de travail .....	28
2. b. 2 Détermination des mesures de gestion nécessaires .....	29
2. c Références bibliographiques .....	37
Question 3. Appréciation quantitative du risque : propositions d'indicateurs d'impact des mesures de gestion du risque infectieux fongique .....	39
3. a Surveillance environnementale du chantier et impact sur les mesures de gestion .....	39
3. a. 1 Contrôles à faire dans le secteur accueillant les travaux .....	39
3. a. 2 Interprétation des résultats en secteur protégé (valeurs cibles, niveaux d'alerte) .....	40
3. a. 3 Audits de compliance dans la zone de travaux, suivi par « fiche travaux » ou fiche « risque fongique » .....	40
3. a. 4 Surveillance dans les autres zones de l'établissement .....	40
3. b Surveillance épidémiologique des cas et impact sur le chantier .....	42
3. b. 1 Analyse de la relation « pollution fongique environnementale et risque infectieux fongique » .....	42
3. b. 2 Intérêt de la surveillance épidémiologique des infections fongiques invasives .....	45
3. c Références bibliographiques .....	46
Question 4. Domaines de responsabilités sur le risque fongique en cas de travaux et impact de cas groupés sur la conduite du chantier .....	48
4. a Définir les domaines de responsabilités sur le risque fongique en cas de travaux .....	48
4. b Impact de cas groupés ou d'une épidémie sur la conduite du chantier .....	48
4. c Références bibliographiques .....	51
Conclusions - Perspectives .....	52





## Préface

Quel établissement de santé ne voit pas ses bâtiments faire l'objet de travaux à un moment donné de leur existence ? Qu'ils soient de gros œuvre, de simple entretien, de rénovation ou de construction, ces travaux peuvent augmenter notablement le risque de contamination de l'environnement, en priorité l'air (mise en suspension de spores de champignons filamenteux par majoration de l'empoussièrement), mais aussi l'eau (contamination par des bactéries, directement ou par stagnation).

Les techniques actuelles, dont la biologie moléculaire, ont permis d'incriminer des sources environnementales à l'origine d'infections nosocomiales. Parmi celles-ci les infections fongiques invasives dues aux champignons filamenteux, tels qu'*Aspergillus* sp., restent des infections graves malgré les progrès thérapeutiques récents. Le risque d'acquisition de telles infections concerne les patients les plus fragiles, traités par une chimiothérapie neutropénisante ou bénéficiant d'une greffe de cellules souches hématopoïétiques.

Si des recommandations ont été publiées antérieurement (par l'Assistance publique des hôpitaux de Paris ou par des centres de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales), il n'existait pas de référentiel ou de guide national. Cela avait été annoncé dans le document du Haut Conseil de la santé publique (*Surveiller et prévenir les infections associées aux soins*), c'est maintenant chose faite.

La Société française de mycologie médicale (SFMM) et la Société française d'hygiène hospitalière (SF2H) se sont

entourées d'experts dans le domaine (mycologues, hygiénistes, infectiologues, hématologues et ingénieurs) pour élaborer et mettre à disposition des établissements et des acteurs impliqués ce guide technique sur le risque environnemental fongique en établissement de santé au cours des périodes de travaux. Son objectif est avant tout d'apporter des éléments pour identifier le risque et mettre en place les mesures de sa gestion. Sa réalisation a reçu le soutien méthodologique de la Haute Autorité de santé. Parmi les aspects nouveaux abordés, citons la mise en place d'une étude d'impact d'un chantier sur le risque infectieux associé aux champignons filamenteux (préalable à l'identification des mesures de gestion du risque) et la proposition d'indicateurs (pour le suivi de ces mesures). L'accent est également mis sur un des points essentiels qu'est l'organisation d'une collaboration pluridisciplinaire (et la définition des domaines de responsabilité) avant, pendant et à la fin des travaux. La lecture de ce document est rendue particulièrement aisée par l'insertion de tableaux, arbres décisionnels et exemples pratiques qui faciliteront la réactualisation des procédures écrites des établissements de santé.

Les deux sociétés promotrices remercient vivement Jean-Pierre Gangneux et Raoul Baron pour avoir piloté ce document scientifique et pratique. Ces remerciements s'adressent naturellement aux membres du groupe de travail et du groupe de lecture et aux sociétés partenaires auxquelles ils appartiennent.

Claude Guiguen  
PRÉSIDENT DE LA SFMM

Joseph Hajjar  
PRÉSIDENT DE LA SF2H

# Contributions

## Comité d'organisation

**Coordonateurs de projet :** Jean-Pierre Gangneux et Raoul Baron

**Et par ordre alphabétique :** Serge Alfandari, Bertrand Dupont, Joseph Hajjar, Bruno Grandbastien, Odile Roucoules, Anne Thiebaut

## Comité d'experts

**Coordonnateurs :** Francis Derouin, Olivier Castel, Louis Bernard

**Et par ordre alphabétique :** Crespín Adjidé, Raoul Baron, Françoise Botterel, Arnaud Carel, Jean-Pierre Gangneux, Gisèle Hoarau, Hélène Labussière, Matthieu Lafaurie, Laurence Millon, Béatrice Pottecher, Maria Turco, Anne Thiebaut

## Comité de lecture

**Par ordre alphabétique :** Ludwig-Serge Aho-Glélé, Serge Alfandari, Pierre Berger, Philippe Berthelot, Denis Caillot, Dominique Chabasse, Martine Erb, Claude Guiguen, Joseph Hajjar, Raoul Herbrecht, Olivier Lortholary, Jean-Louis Poirot, Michèle Potez, Valérie Vantomme

## Sociétés savantes

**Promotion :** Société française de mycologie médicale (SFMM) et Société française d'hygiène hospitalière (SF2H)

**Collaborations :** Société française d'hématologie (SFH), Société française de greffe de moelle et de thérapie cellulaire (SFGM-TC), Société de pathologie infectieuse de langue française (SPILF), Association française des infirmières de thérapie cellulaire (AFITCH)

**Avec le soutien méthodologique de la Haute Autorité de santé [HAS] :**

Philippe Blanchard, Frédéric Debels



## Groupe de travail

**Crespin Adjidé, SF2H**

Pharmacien hygiéniste  
CHU Amiens  
crespin.adjide@chu-amiens.fr

**Ludwig-Serge Aho-Glélé, SF2H**

Médecin hygiéniste  
CHU Dijon  
Ludwig.aho@chu-dijon.fr

**Serge Alfandari, SPILF**

Médecin hygiéniste et infectiologue  
CHRU Lille  
alfandari.s@gmail.com

**Raoul Baron, SF2H**

Médecin hygiéniste  
CHRU Brest  
Raoul.baron@chu-brest.fr

**Louis Bernard, SPILF**

Médecin infectiologue  
CHRU Tours  
louis.bernard@univ-tours.fr

**Pierre Berger, SPILF**

Médecin hygiéniste et infectiologue  
Institut Paoli-Calmettes  
bergerp@marseille.fnclcc.fr

**Philippe Berthelot, SF2H**

Médecin hygiéniste  
CHU Saint-Étienne  
philippe.berthelot@chu-st-etienne.fr

**Françoise Botterel, SFMM**

Médecin parasitologue-mycologue  
CHU Henri Mondor, AP-HP Créteil  
francoise.botterel@hmn.aphp.fr

**Denis Caillot, SFH**

Médecin hématologue  
CHU Dijon  
Denis.caillot@chu-dijon.fr

**Arnaud Carel**

Conducteur de travaux  
CHU Saint-Louis, AP-HP Paris  
arnaud.carel@sls.aphp.fr

**Olivier Castel, SF2H**

Médecin hygiéniste  
CHU Poitiers  
o.castel@chu-poitiers.fr

**Dominique Chabasse, SFMM**

Médecin parasitologue-mycologue  
CHU Angers  
DoChabasse@chu-angers.fr

**Francis Derouin, SFMM**

Médecin parasitologue-mycologue  
Hôpital Saint-Louis, AP-HP Paris  
francis.derouin@sls.aphp.fr

**Bertrand Dupont, SFMM**

Médecin infectiologue,  
CHU Necker-Enfants malades,  
AP-HP Paris  
bertrand.dupont@nck.ap-hop-paris.fr

**Martine Erb, SF2H**

Cadre de santé hygiéniste  
CHRU Lille  
martine.erb@chru-lille.fr

**Jean-Pierre Gangneux, SFMM**

Médecin parasitologue-mycologue  
CHU Rennes  
Jean-pierre.gangneux@chu-rennes.fr

**Bruno Grandbastien, SF2H**

Médecin hygiéniste  
CHRU Lille  
bgrandbastien@chru-lille.fr

**Claude Guiguen, SFMM**

Médecin parasitologue-mycologue  
CHU Rennes  
Claude.guiguen@chu-rennes.fr

**Joseph Hajjar, SF2H**

Médecin hygiéniste  
CHG Valence  
jhajjar@ch-valence.fr

**Raoul Herbrecht, SFH**

Médecin hématologue  
CHRU Strasbourg  
Raoul.herbrecht@chru-strasbourg.fr

**Gisèle Hoarau, AFITCH**

Cadre de santé  
CHU Pitié-Salpêtrière, AP-HP Paris  
gisele.hoarau@psl.aphp.fr

**Hélène Labussière, SFH**

Médecin hématologue  
CHU Édouard Herriot,  
Hospices civils de Lyon  
helene.labussiere@chu-lyon.fr

**Matthieu Lafaurie, SPILF**

Médecin infectiologue  
CHU Saint-Louis, AP-HP Paris  
matthieu.lafaurie@sls.aphp.fr

**Olivier Lortholary, SPILF**

Médecin infectiologue,  
CHU Necker-Enfants malades,  
AP-HP Paris  
Olivier.lortholary@nck.ap-hop-paris.fr

**Laurence Millon, SFMM**

Pharmacien parasitologue-mycologue  
CHU Besançon  
Laurence.Millon@univ-fcomte.fr

**Jean-Louis Poirot, SFMM**

Médecin parasitologue-mycologue  
CHU Saint-Antoine, AP-HP Paris  
Jean-louis.poirot@sat.ap-hop-paris.fr

**Michèle Potez**

Représentant des usagers  
Hôpital Saint-Louis, AP-HP Paris  
michelle.potez@dbmail.com

**Béatrice Pottecher, SF2H**

Médecin hygiéniste  
CLCC Paul Strauss, Strasbourg  
bpottecher@strasbourg.fnclcc.fr  
**Odile Roucoules, AFITCH**  
Cadre de santé  
CHU Henri Mondor, AP-HP Créteil  
odile.roucoules@hmn.ap-hop-paris.fr

**Anne Thiebaut, SFH et SFGM-TC**

Médecin hématologue  
CHU Grenoble  
AThiebautbertrand@chu-grenoble.fr

**Maria Turco, SF2H**

Cadre de santé hygiéniste  
CHU Saint-Étienne  
maria.turco@chu-st-etienne.fr

**Valérie Vantomme**

Ingénieur travaux  
CHU Amiens  
vantomme.valerie@chu-amiens.fr

## Liste des abréviations

AI	Aspergillose invasive
ANAES	Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé
ARS	Agence régionale d'hospitalisation
CHU	Centre hospitalier universitaire
CLIN	Comité de lutte contre les infections nosocomiales (ou sous-commission de la CME chargée de contribuer à la qualité et à la sécurité des soins)
CME	Commission médicale d'établissement
CMV	Cytomégalovirus
CSHPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
CTINILS	Comité technique des infections nosocomiales et des infections liées aux soins
CVC	Chauffage, ventilation, climatisation
EIE	Etude d'impact sur l'environnement
EOH	Équipe opérationnelle d'hygiène
EORTC/MSG	<i>European organization for research and treatment of cancer/mycoses study group</i>
FFP2	<i>Filtering facepiece particles</i>
HAS	Haute Autorité de santé
HEPA	<i>High efficiency particulate air filter</i>
HLA	<i>Human leucocyte antigen</i>
ICT	Irradiation corporelle totale
IFI	Infection fongique invasive
IN	Infection nosocomiale
ISO	International standard organisation
PCR	<i>Polymerase chain reaction</i>
PNN	Polynucléaires neutrophiles
RI	Risque infectieux
RIF	Risque infectieux fongique
RMN	Résonance magnétique nucléaire
SSPI	Salle de surveillance post-interventionnelle
TNF	<i>Tumor necrosis factor</i>
VIH	Virus de l'immunodéficience humaine
VRD	Voirie, réseaux, divers
UFC	Unités formant colonies

## Liste des tableaux et figures

<b>Tableau I</b>	Classification des travaux en fonction du niveau de production de poussière qu'ils génèrent d'après [Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, HAIDUVEN 2009].	<b>Tableau X</b>	Mesures d'information et de protection des personnes : patients, visiteurs, personnels soignants et personnels de chantier.
<b>Tableau II</b>	Classification des services ou unités d'hospitalisation à risque infectieux fongique, d'après [Anonyme Canada 2001, ministère de la Santé 2004b, APIC 2005, HAIDUVEN 2009].	<b>Tableau XI</b>	Proposition de fréquence des contrôles environnementaux à mettre en place et responsabilités.
<b>Tableau III</b>	Outil qualitatif d'évaluation du risque en fonction de la nature des travaux d'après [Guide AP-HP 1994, Anonyme Canada 2001, CCLIN sud-ouest 2006].	<b>Tableau XII</b>	Proposition d'interprétation de résultats des contrôles environnementaux à visée fongique, d'après [GANGNEUX 2002].
<b>Tableau IV</b>	Outil quantitatif d'évaluation du risque en fonction de la nature des travaux d'après [CCLIN sud-ouest 2006].	<b>Tableau XIII</b>	Synthèse des protocoles d'étude de la relation entre la contamination fongique environnementale et l'incidence de l'aspergillose invasive.
<b>Tableau V</b>	Analyse du risque en fonction de la proximité des travaux et de la zone d'hospitalisation des patients à risque infectieux fongique.	<b>Tableau XIV</b>	Récapitulatif des domaines de responsabilités en période de travaux dans un centre hospitalier.
<b>Tableau VI</b>	Matrice d'évaluation qualitative du niveau de risque fongique global.	<b>Tableau XV</b>	Quand faire un signalement externe ?
<b>Tableau VII</b>	Matrice d'évaluation quantitative du niveau de risque fongique global.	<b>Figure 1</b>	Démarche pratique de l'élaboration d'une étude d'impact en secteur hospitalier, d'après [CASTEL 2007].
<b>Tableau VIII</b>	Mesures à mettre en place dans la zone en chantier pour contenir les bioaérosols sur le chantier et éviter leur dissémination aux zones hébergeant des patients à risque infectieux fongique.	<b>Figure 2</b>	Étapes à mener pour l'évaluation du risque infectieux fongique en fonction des possibilités de l'établissement.
<b>Tableau IX</b>	Mesures à mettre en place dans la zone adjacente en activité hébergeant des patients à risque infectieux fongique pour les protéger de toute exposition aux bioaérosols issus de la zone des travaux.	<b>Figure 3</b>	Proposition de fiche d'audit rapide, d'après [CARTER 1997].
		<b>Figure 4</b>	Conduite à tenir devant la déclaration au CLIN d'un cas d'aspergillose invasive lors de travaux.

# Contexte et méthode

## a. Contexte

Les infections fongiques invasives (IFI) dues aux champignons filamenteux, tels qu'*Aspergillus* sp., sont des maladies redoutables en dépit de l'évolution récente des stratégies thérapeutiques. Le risque d'acquisition des IFI et leur pronostic varient selon le niveau d'exposition d'un individu aux sources de spores fongiques et de ses capacités à mettre en place une réponse anti-infectieuse efficace.

Les patients hébergés en établissement de santé peuvent acquérir une IFI associée aux soins, notamment les plus fragiles tels que ceux traités par une chimiothérapie neutropénisante ou ceux bénéficiant d'une greffe de cellules souches hématopoïétiques. En situation normale, des précautions et des mesures d'hygiène sont mises en place, permettant de limiter l'exposition de ces patients aux spores fongiques, notamment aspergillaires. L'objectif visé est de diminuer la morbidité et la mortalité de ces maladies, et par voie de conséquence de réduire la consommation de soins associée (allongement de la durée d'hospitalisation, prescription d'examens complémentaires et consommation d'antifongiques).

Les périodes de travaux dans un établissement de santé génèrent la mise en suspension de spores fongiques et augmentent considérablement le risque d'exposition des patients fragiles. Il est nécessaire de prendre des mesures de protection renforcées, voire spécifiques, pendant cette période critique. Elles visent à protéger à la fois les zones sensibles vis-à-vis de l'empoussièrement et les patients à risque infectieux fongique.

## b. Méthode

L'objectif de ce groupe de travail était de mettre à disposition des établissements et des personnels impliqués un guide technique sur le risque environnemental fongique en établissement de santé au cours des périodes de travaux.

Ce guide technique, à vocation très pratique, est le fruit de l'analyse et de la synthèse des données disponibles par un groupe pluridisciplinaire sur les connaissances actuelles rapportées dans la littérature, mais également sur les multiples expériences locales dans ce domaine. La recherche documentaire a été hiérarchisée et structurée par question abordée. Elle a été effectuée à partir des articles publiés et indexés dans les banques de données biomédicales françaises et internationales, ainsi que dans la littérature grise (tous les documents publiés en dehors des circuits commerciaux de l'édition classique). Elle a été complétée par la contribution bibliographique des experts des groupes de travail et de lecture et les références citées dans les documents analysés. Les principaux mots clés utilisés étaient : infections fongiques nosocomiales, aspergillose, *Aspergillus*, travaux, risque fongique environnemental, air, gestion du risque.

Ce groupe, qui a reçu le soutien méthodologique de la Haute Autorité de santé (HAS), était constitué de mycologues, d'hygiénistes, de cliniciens (infectiologues, hématologues), et d'ingénieurs, tous cooptés par leur société savante respective. Un représentant des usagers a également été associé au groupe de lecture.

Notre démarche a comporté quatre étapes :

- (i) la caractérisation des risques par l'analyse de la littérature,
- (ii) la proposition de méthodes de quantification et de gestion des risques,
- (iii) la suggestion d'indicateurs d'impacts,
- (iv) la définition des domaines de responsabilité au sein de l'établissement.





## Question 1

# Caractérisation du risque : analyse des données de la littérature sur le risque infectieux fongique en cas de travaux

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. a Définir les risques</b></p> <p>1. a. 1 Le risque</p> <p>1. a. 2 Le risque environnemental fongique associé aux champignons filamenteux</p> <p>1. a. 3 Le risque infectieux</p> <p>1. a. 4 Le risque infectieux fongique nosocomial associé aux champignons filamenteux</p><br><p><b>1. b Identification du risque environnemental fongique en fonction du type de travaux de bâtiments</b></p><br><p><b>1. c Identification et classification des champignons libérés par les travaux en fonction de leur pathogénicité</b></p> <p>1. c. 1 Les champignons dont la présence est augmentée lors de travaux</p> | <p>1. c. 2 Les champignons en cause dans les infections fongiques invasives</p> <p>1. c. 3 Les champignons responsables d'infections fongiques invasives nosocomiales associés aux travaux (<i>construction-related nosocomial infection</i>)</p> <p>1. c. 4 Conclusion</p><br><p><b>1. d Ciblage et quantification des populations à risque d'infection fongique invasive</b></p><br><p><b>1. e Ciblage et quantification des services ou unités d'hospitalisation à risque infectieux fongique</b></p><br><p><b>1. f Bibliographie</b></p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Mots-clés :** Analyse bibliographique – Définitions et Quantification des Risques – Flore fongique.

Les travaux en milieu hospitalier sont fréquents. La manipulation de gravats (démolitions, excavations) ainsi que de nombreux travaux de construction peuvent être à l'origine d'un risque environnemental micro-biologique notamment fongique, et éventuellement d'un risque infectieux pour le patient. L'analyse des risques s'effectue à la fois selon le type et la proximité de travaux, selon le degré de fragilisation des personnes hospitalisées et enfin selon l'écologie de la flore fongique. Les patients fragilisés peuvent se trouver dans tous types de locaux, protégés ou non contre un risque de contamination environnemental. Les mesures de surveillance et de protection doivent donc être impérativement mises en place. Elles seront établies selon le niveau de risque identifié pour le type de travaux et le type de patients exposés, afin d'éviter leur contamination.

Il apparaît nécessaire pour évaluer le risque infectieux fongique (RIF), en particulier aspergillaire de :

- identifier le risque environnemental fongique en fonction du type de travaux de bâtiments
- identifier et classer les champignons libérés par les travaux en fonction de leur pathogénicité
- identifier les patients à risque d'infection fongique invasive, en particulier d'aspergillose invasive
- identifier les services ou unités d'hospitalisation hébergeant des patients à RIF
- finaliser par une étude d'impact.

## 1. a Définir les risques

### 1. a. 1 Le risque

Le risque est défini comme la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté (ici, l'infection nosocomiale) et la gravité de ses conséquences sur une cible donnée (le patient) [CTINILS 2007].

### 1. a. 2 Le risque environnemental fongique associé aux champignons filamenteux

Ce risque est défini comme la présence identifiée et quantifiée ainsi que la persistance de champignons filamenteux potentiellement dangereux tels que les champignons du genre *Aspergillus*, et de leurs spores dans l'environnement, susceptibles d'être transférées au patient au cours des soins.

Il se traduit par une biocontamination ou pollution de l'environnement des soins par des spores de champignons filamenteux. Le risque environnemental fongique ne correspond pas au risque infectieux et doit en être différencié.

### 1. a. 3 Le risque infectieux

Le risque infectieux (RI) résulte de l'exposition de l'hôte à un danger, le micro-organisme, et du résultat de la relation hôte-micro-organisme qui peut aboutir à une infection. Le RI peut être défini comme la probabilité de survenue d'une infection suite à l'exposition à un micro-organisme potentiellement pathogène.

Ce risque dépend de l'importance de l'inoculum et de la virulence du micro-organisme et des capacités de défenses de l'hôte contre ce micro-organisme. Il peut être résumé par l'équation :

$$\text{Risque infectieux} = \frac{\text{Inoculum} \times \text{virulence du micro-organisme}}{\text{résistance de l'hôte}}$$

Pour gérer ce RI, il faut d'abord se préoccuper du risque microbiologique associé aux soins, et à l'environnement des soins. Ceci revient, dans bien des cas, à identifier et à maîtriser le niveau de biocontamination de l'environnement des soins, puis à éviter le transfert de contamination au cours des soins.

### 1. a. 4 Le risque infectieux fongique nosocomial associé aux champignons filamenteux

Il représente la combinaison du risque environnemental fongique et de l'exposition du patient susceptible aux bioaérosols, avec l'inhalation de spores fongiques lors de son hospitalisation.

Ce RIF est caractérisé par la probabilité de survenue d'une infection fongique invasive et par la gravité de ses conséquences pour le patient.

Pour un établissement de santé, ce risque peut être défini comme un événement susceptible d'aboutir à une rupture de la continuité des soins, une dégradation de la qualité des soins. Sa gestion est définie comme un proces-

sus régulier, continu et coordonné, et intégré à l'ensemble de l'établissement de santé. Ce processus permet l'identification, l'évaluation, la maîtrise du RIF et des situations à RIF qui ont engendré ou auraient pu engendrer une infection nosocomiale (IN) à champignons filamenteux chez le patient. La gestion du RIF est une composante de la politique qualité de l'établissement de santé. Elle incite, chaque acteur d'un établissement de soins, à une éthique de la responsabilité individuelle et collective. [ANAES 2003, ministère de la Santé 2004a, ministère de la Santé 2004b, LARSON 2006, ADJIDÉ 2008 a, b, c].

### 1. b Identification du risque environnemental fongique en fonction du type de travaux de bâtiments

Des prélèvements microbiologiques ont objectivé la contamination aspergillaire de différents éléments intérieurs des locaux. Les plus contaminés sont [ARNOW 1991, CSHPF 2006, HAIDUVEN 2009] :

- les filtres,
- les matériaux de protection contre le feu,
- les bouches d'aération,
- les climatiseurs,
- la poussière contenue dans les espaces situés au-dessus des faux plafonds,
- les murs et papiers peints,
- les tapis.

Différents auteurs ont classé les travaux en quatre types, A, B, C et D [Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, HAIDUVEN 2009] en fonction de la quantité de poussière croissante qu'ils vont générer. On peut considérer que la quantité de poussière totale permet d'apprécier la quantité de spores fongiques en particulier aspergillaires, ainsi que ses variations dans l'air [SRINIVASAN 2002].

Ces quatre types de travaux, analysés de manière comparable dans ces études, sont présentés dans le **tableau I**.

Après des travaux de démolition externe, il a été reporté une augmentation de la concentration aspergillaire de l'air qui n'amorce sa décroissance que vers le cinquième jour pour atteindre le niveau initial le onzième jour [BOUZA 2002].

Les circuits de désenfumage représentent des sources de spores aspergillaires. Les essais de validation du système de désenfumage, réalisés dans le cadre de la sécurité incendie peuvent provoquer des nuages de spores fongiques [BUSSIÈRE 2003].



Tableau I - Classification des travaux en fonction du niveau de production de poussière qu'ils génèrent d'après [Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, HAIDUVEN 2009].

Typologie des travaux	
Type A	<b>Travaux de contrôle sans caractère invasif/ Travaux internes avec production minimale de poussières</b> <i>Liste non exhaustive</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépose de plaques de faux plafonds pour inspection, limitée à 1 plaque/m<sup>2</sup>,</li> <li>• peinture sans sablage,</li> <li>• pose de papiers peints,</li> <li>• petits travaux électriques,</li> <li>• travaux mineurs de plomberie avec coupure d'eau d'une pièce et &lt; 15 minutes,</li> <li>• autres travaux d'inspection qui ne requièrent ni saignées dans les murs, ni intervention plus large sur les faux plafonds.</li> </ul>
	<b>Petits travaux de durée brève qui produisent un taux faible de poussières</b> <i>Liste non exhaustive</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saignées dans les murs ou les plafonds avec production contrôlée de poussières pour installation ou réparation de petits travaux d'électricité, sur composants de la ventilation, câblages téléphone ou informatique,</li> <li>• dépose de revêtement de sol (surface limitée),</li> <li>• petits travaux sur faux plafonds,</li> <li>• sablage/ponçage des murs pour peinture ou pose de papier peint dans le but de réparer une petite surface,</li> <li>• travaux de plomberie avec coupure d'eau ≥ 2 chambres moins de 30 minutes,</li> <li>• tous travaux pouvant être réalisés par un seul corps de métier.</li> </ul>
Type C	<b>Tous travaux générant un niveau moyen à élevé de poussières ou qui demandent la démolition ou la dépose de tout composant fixe (ex. : éviers, tableaux...)</b> <i>Liste non exhaustive</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sablage/ponçage des murs pour peinture ou pose de papier peint ; tous travaux sur éléments en plâtre,</li> <li>• démolitions mineures,</li> <li>• dépose de revêtement de sol ou de faux plafonds,</li> <li>• construction de nouveaux murs ; pose de nouvelles cloisons,</li> <li>• constructions mineures,</li> <li>• travaux mineurs sur conduits ou câblages électriques dans les plafonds,</li> <li>• excavations mineures,</li> <li>• activités majeures de câblage,</li> <li>• toute activité qui demande plusieurs corps de métiers,</li> <li>• tous travaux de plomberie avec coupure d'eau &gt; 2 pièces &gt; 30 minutes mais &lt; 1 heure.</li> </ul>
	<b>Travaux majeurs de démolition, rénovation, construction /Travaux externes majeurs avec importante production de poussières</b> <i>Liste non exhaustive</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Démolition ou réfection de tout un système de câblage,</li> <li>• nouvelle construction faisant intervenir plusieurs corps de métiers,</li> <li>• travaux de plomberie avec coupure d'eau &gt; 2 pièces et &gt; 1 heure,</li> <li>• excavations majeures.</li> </ul>

### 1. c Identification et classification des champignons libérés par les travaux en fonction de leur pathogénicité

Une classification des champignons en fonction de leur pathogénicité a été proposée [DE HOOG 1996]:

- saprophytes ou pathogènes des plantes, exceptionnellement responsables d'infections superficielles ou peu graves chez l'homme (BSL-1, *Biosafety level 1*);

- saprophytes ou pathogènes des plantes, capables de survivre dans les tissus d'hôtes vertébrés. Responsables d'infections opportunistes superficielles ou profondes chez les patients immunodéprimés (BSL-2, *Biosafety level 2*). *Aspergillus fumigatus*, ainsi que les autres champignons filamenteux responsables d'infections opportunistes chez les patients immunodéprimés ont été classés dans ce groupe;
- pathogènes responsables de mycoses sévères, y compris chez un hôte immunocompétent (BSL-3, *Biosafety level 3*). Il comporte principalement les champignons dimorphiques

de l'ordre des onygniéales (*Coccidioides*, *Histoplasma* ou *Paracoccidioides*).

### 1. c. 1 Les champignons dont la présence est augmentée lors de travaux

Tous les champignons filamenteux peuvent être retrouvés lors de travaux hospitaliers, en particulier de démolition ou de rénovation. Néanmoins, certains champignons sont retrouvés dans l'air de façon plus fréquente, sans que l'on sache bien s'il s'agit d'une fréquence réellement accrue ou d'une mise en évidence plus facile selon les milieux et la température de culture utilisés pour leur recherche.

Ainsi, *Aspergillus* sp. est retrouvé dans 17,5 % à 70 % des prélèvements lors de travaux hospitaliers avec une prédominance d'*A. fumigatus* mais aussi d'*A. niger* et *A. flavus* [CHENG 2001, BOUZA 2002, SAUTOUR 2007 & 2009]. Il est à noter que les appareils collecteurs d'air étaient tous différents (AIR IDÉAL avec un volume de 500 l, biocollecteur MAS-100 avec un volume de 200 l et biocollecteur REUTER avec un volume de 1 600 l). Les milieux ensemencés étaient tous des milieux de Sabouraud avec une température d'incubation allant de 30 °C à 37 °C. Lorsque la température d'incubation était de 37 °C, il apparaissait nettement une prédominance d'*A. fumigatus* du fait de sa grande thermophilie [CHENG 2001]. Lorsque les milieux sont ensemencés à 30 °C ou à 22 °C, après *Aspergillus* sp., les champignons des genres *Penicillium* (dans 8,7 % à 27 % des échantillons) et *Cladosporium* (2 % à 60 %) sont les plus fréquents [BOUZA 2002, SAUTOUR 2007 & 2009, PINI 2007].

Ensuite, apparaissent les dématiés des genres *Alternaria* ou *Curvularia* dans 2 % à 7 % des prélèvements [PINI 2007, SAUTOUR 2007 & 2009]. Enfin, d'autres genres ou espèces sont retrouvés moins fréquemment, parmi eux, *Rhizopus*, *Mucor*, *Absidia*, *Dreschlera*, *Paecilomyces*, *Scopulariopsis*, *Fusarium*, *Sporotrichum*, *Acremonium*, *Hartrinium*, *Beauveria*, *Trichoderma*, ou encore des levures.

### 1. c. 2 Les champignons en cause dans les infections fongiques invasives

Différentes études portant sur l'épidémiologie des IFI, notamment dans les populations les plus à risque telles que les patients bénéficiant de greffe de cellules souches hématopoïétiques, ont montré qu'*A. fumigatus* et dans une moindre mesure les autres espèces d'*Aspergillus*, étaient responsables de la grande majorité des IFI (étude de Seattle de 1998 à 2002 portant sur 1 248 patients allogreffes de moelle [GARCIA-VIDAL 2008]). Ainsi, sur les 163 cas d'IFI répertoriés, on dénombrait *Aspergillus* chez 142 patients (87 %), *Fusarium* sp. chez 6 patients (4 %), des zygomycètes ou mucorales chez 5 patients (3 %), *Scedosporium* sp. et *Acremonium* sp. chez un patient (1 %), respectivement.

Six patients (4 %) ont présenté des infections mixtes à deux champignons filamenteux avec toujours *Aspergillus* sp. associé à un autre filamenteux.

Dans une étude précédente de la même équipe menée de 1985 à 1999 et portant sur 359 patients présentant une IFI, *Aspergillus* était déjà le champignon le plus fréquemment retrouvé comme responsable d'IFI chez 230 patients : 67,8 % des IFI dues à *A. fumigatus*, 2,6 % à *A. flavus*, 2,2 % à *A. terreus* et 1,3 % à *A. niger*, entre autres *Aspergillus* [MARR 2002]. Les autres agents responsables étaient des zygomycètes pour 36 patients (14 *Rhizopus* sp., 8 *Mucor* sp., 1 *Absidia* sp., 2 *Cunninghamella* sp., et 4 autres non identifiés), *Fusarium* sp. (31 patients), *Scedosporium* sp. (10 patients), des dématiés (5 patients infectés par *Alternaria* sp., *Exophiala* sp., *Ulocladium* sp. *Scopulariopsis* sp.) et *Paecilomyces* sp. (1 patient).

D'autres équipes ont également rapporté l'augmentation du nombre de cas d'IFI liée au nombre croissant de patients receveurs de greffe ou de chimiothérapie agressive ainsi qu'à l'évolution des procédures dans le domaine de la transplantation [NUCCI 2003, MALANI 2007, LASS-FÖRL 2009]. Ces équipes insistent notamment sur le nombre croissant d'infections dues à des champignons présentant des résistances aux antifongiques conventionnels (amphotéricine B et/ou voriconazole). Parmi elles, des aspergilloses dues à *A. terreus*, *A. ustus*, *A. lentulus*; des zygomycoses dues à *Rhizopus*, en particulier *Rhizopus oryzae*, *Mucor*, *Rhizomucor*; des scedosporioses dues à *S. apiospermum* et *S. prolificans*; des fusarioses dues à *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*; et plus rarement des infections liées à d'autres moisissures (*Acremonium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, *Curvularia*, *Bipolaris*, *Alternaria*, *Exophiala*, *Ochroconis*...).

### 1. c. 3 Les champignons responsables d'infections fongiques nosocomiales associés aux travaux (construction-related nosocomial infection)

Dans une analyse bibliographique effectuée sur des épisodes d'IFI nosocomiales fongiques liées aux travaux, une liste de champignons impliqués est proposée [Anonyme Canada 2001]. C'est *Aspergillus* sp. (24 références – environ 180 cas) et en particulier *A. fumigatus* (13 références – environ 65 cas) qui est le plus fréquemment associé aux IFI nosocomiales. D'autres *Aspergillus* peuvent aussi être mis en cause dans les IFI nosocomiales après travaux tels que *A. flavus* (8 références – environ 58 cas), *A. niger* (7 références – environ 10 cas) et *A. terreus* (2 références – 5 cas). On retrouve ensuite les zygomycoses (3 références – 4 cas), et les IFI dues à *Scedosporium* sp. (1 référence – 4 cas), *Fusarium* sp. (1 référence – 1 cas) et enfin à d'autres champignons filamenteux plus rares.

### 1.c.4 Conclusion

Les champignons le plus souvent incriminés dans les infections fongiques nosocomiales liées aux travaux sont donc les *Aspergillus* et principalement *A. fumigatus*. Cependant, les changements récents dans les procédures de prise en charge des patients greffés (immunosuppression plus profonde, survie prolongée des patients, pression des antifongiques à large spectre utilisés en prophylaxie ou/et thérapeutique) se sont accompagnés d'une augmentation de l'incidence des infections fongiques à filamenteux « non-*Aspergillus* ».

Ainsi, les champignons potentiellement pathogènes et disséminés lors de travaux peuvent être classés des plus fréquents aux plus rares comme suit :

- *Aspergillus fumigatus* en majorité,
- *A. non fumigatus* (*A. flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, *A. nidulans*, puis autres)
- *Fusarium* sp., (*F. solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*)
- zygomycètes (*Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Absidia* sp., *Cunninghamella* sp., puis autres),
- *Scedosporium* (*S. apiospermium*, *S. prolificans*),
- dematiées (*Alternaria* sp., *Exophiala* sp., *Ulocladium* sp., *Scopulariopsis* sp., *Curvularia* sp.),
- *Acremonium* sp.,
- *Paecilomyces* sp.,
- *Trichoderma* sp.,

### 1.d Ciblage et quantification des populations à risque d'infection fongique invasive

Les patients à risque infectieux fongique, notamment aspergillaire, peuvent être regroupés en plusieurs catégories en fonction de la pathologie sous-jacente, du niveau d'immunosuppression et des traitements associés. Elles prennent en compte des appréciations qui peuvent varier d'un pays à l'autre, voire d'un établissement à l'autre, et nécessitent d'être validées localement au regard du type d'activité et des protocoles en cours dans son établissement propre.

Les données de la littérature sur ce sujet font généralement état de quatre catégories de population [DEROUIN 1996, MYLONAKIS 1998, SFHH 2000, Anonyme Irlande 2001, Anonyme Canada 2001, CORNET 2002, MARR 2002, TABLAN 2004, Anonyme Canada 2004, ministère de la Santé 2004b, APIC 2005, VONBERG 2006, GANGNEUX 2008, GARCIA-VIDAL 2008, BITAR 2009, KONTOYIANNIS 2010, NEOFYOTOS 2010].

#### Populations à très haut risque

- Allogreffe de cellules souches hématopoïétiques, notamment en cas d'âge avancé, de maladie en rechute, de seconde allogreffe, de greffe phéno- *versus* géno-identique,

d'incompatibilité HLA, d'irradiation corporelle totale (ICT) dans le conditionnement, du type de greffon (sang placentaire *versus* autres sources cellulaires, greffon T-déplété), de la présence d'une maladie du greffon contre l'hôte, d'une maladie à cytomégalo virus (CMV), de surcharge en fer ;

- autogreffe de cellules souches hématopoïétiques d'origine médullaire ;
- déficits immunitaires combinés sévères ;
- neutropénie (avec polynucléaires neutrophiles [PNN] < 500/mm<sup>3</sup>) post-chimiothérapie de durée supérieure à quatorze jours ou neutropénie avec PNN < 100/mm<sup>3</sup> quelle qu'en soit la durée ;
- aplasie médullaire sévère.

#### Populations à haut risque

- Corticothérapie haute dose dans le cadre du traitement d'une leucémie aiguë lymphoblastique ;
- neutropénie (avec PNN < 500/mm<sup>3</sup>) post-chimiothérapie, durée inférieure à quatorze jours ;
- transplantation d'organe solide :
  - pulmonaire : selon les caractéristiques du poumon transplanté, de l'immunosuppression, de la colonisation du poumon natif et des bronches en post-greffe ;
  - foie et rein : suites opératoires compliquées (insuffisance rénale aiguë, états septiques graves), retransplantation, traitement par anticorps monoclonaux ;
  - cœur, pancréas, intestin ;
  - maladies pulmonaires chroniques bénéficiant d'un traitement par corticostéroïdes ou autre immunosuppresseur : bronchopneumopathie obstructive, emphysème, dilatation des bronches, asthme non contrôlé, mucoviscidose ;
  - granulomatose septique chronique (enfants et adultes) ;
  - nouveau-nés en réanimation néonatale ;
  - leucémie aiguë myéloblastique en rechute ou réfractaire.

#### Population à risque moindre

- Corticothérapie haute dose répétée et/ou prolongée ;
- patients positifs pour le VIH au stade sida avec lymphocytes T CD4 + < 50/mm<sup>3</sup> ;
- patients sous ventilation mécanique ;
- patients dialysés ;
- patients sous chimiothérapie anticancéreuse ;
- acidocétose diabétique ;
- brûlés (> 50 % de la surface corporelle) ;
- maladies systémiques.

#### Autres (à évaluer)

- Traitement par anti-TNF et autres anticorps monoclonaux ou biothérapies.

Tableau II - Classification des services ou unités d'hospitalisation à risque infectieux fongique, d'après [Anonyme Canada 2001, ministère de la Santé 2004b, APIC 2005, HAIDUVEN 2009].

Groupe de services	Secteurs ou services concernés	
	[Anonyme Canada 2001, ministère de la Santé 2004b]	[APIC 2005, HAIDUVEN 2009]
<b>Zone 1</b> RIF faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureaux</li> <li>• Salles inoccupées</li> <li>• Aires publiques</li> </ul>	
<b>Zone 2</b> RIF moyen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les autres services de soins (sauf s'ils figurent dans les groupes 3 ou 4)</li> <li>• Cliniques externes (sauf oncologie et chirurgie)</li> <li>• Unités d'admission</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cardiologie</li> <li>• Échocardiologie</li> <li>• Médecine nucléaire</li> <li>• Endoscopie</li> <li>• Radiologie/RMN</li> <li>• Pneumologie</li> <li>• Rééducation fonctionnelle</li> </ul>
<b>Zone 3</b> RIF élevé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salles d'urgence</li> <li>• Radiologie conventionnelle</li> <li>• Salles de réveil (SSPI)</li> <li>• Salles de travail et d'accouchement (sauf salle d'opération)</li> <li>• Nurseries</li> <li>• Chirurgie ambulatoire</li> <li>• Médecine nucléaire</li> <li>• Salles des bassins de balnéothérapie ou physiothérapie</li> <li>• Échocardiologie</li> <li>• Laboratoires</li> <li>• Salles de médecine et de chirurgie générales (sauf si ils figurent dans le groupe 4)</li> <li>• Pédiatrie</li> <li>• Gériatrie</li> <li>• Soins prolongés ou de longue durée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salle d'urgence</li> <li>• Salles de travail et d'accouchement (sauf salle d'opération)</li> <li>• Nurseries</li> <li>• Laboratoires</li> <li>• Chirurgie ambulatoire</li> <li>• Pédiatrie</li> <li>• Pharmacie</li> <li>• Salles de réveil (SSPI)</li> <li>• Services de chirurgie</li> </ul>
<b>Zone 4</b> RIF très élevé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unités de soins intensifs</li> <li>• Salles d'opération</li> <li>• Salles d'anesthésie</li> <li>• Unités d'oncologie et consultations externes pour cancéreux</li> <li>• Unités de transplantation et consultations externes pour patients ayant reçu une greffe de cellules souches hématopoïétiques ou d'organe solide</li> <li>• Salles et consultations externes pour patients atteints de sida ou d'un autre déficit immunitaire</li> <li>• Unités de dialyse</li> <li>• Néonatalogie</li> <li>• Toutes les salles de cathétérisme cardiaque et d'angiographie</li> <li>• Services cardio-vasculaires/cardiologie</li> <li>• Salles d'endoscopie</li> <li>• Salles de préparation des médicaments</li> <li>• Salles de préparation stérile</li> <li>• Traitement central (stérilisation, endoscopes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unités de soins intensifs</li> <li>• Salles d'opération</li> <li>• chambres d'isolement à pression positive</li> <li>• Services de médecine</li> <li>• Unités d'oncologie et consultations externes pour cancéreux</li> <li>• Unités de transplantation et consultations externes pour patients ayant reçu une greffe de cellules souches hématopoïétiques ou d'organe solide</li> <li>• Unité des brûlés</li> <li>• Stérilisation centrale</li> </ul>

## 1. e Ciblage et quantification des services ou unités d'hospitalisation à risque infectieux fongique

Toute personne fortement exposée aux travaux générateurs de poussières est susceptible de développer une infection fongique grave, le RIF variant en fonction de la pathologie sous-jacente. Toutefois, le RIF varie aussi en fonction du secteur d'hospitalisation, et plusieurs classifications sont disponibles dans la littérature [Anonyme Canada 2001, ministère de la Santé 2004b, APIC 2005, HAIDUVEN 2009]. S'il apparaît clairement que les secteurs des zones 3 et 4 sont le plus à risque, une appréciation locale interne à chaque établissement peut toutefois nuancer ces classifications en

fonction des activités et spécificités propres à l'établissement afin de ne pas surestimer les unités à RIF (**Tableau II**).

En conclusion, la finalité de la caractérisation du risque est de proposer des mesures de prévention de l'exposition à l'aérocontamination biologique lors de travaux, dans des zones hébergeant des patients à RIF. Elles doivent être adaptées au niveau de RIF évalué lors d'une visite de risque avec étude d'impact décrite dans la question 2 de ce document. Cette visite de risque doit être réalisée conjointement par le service clinique d'hospitalisation concerné par les dits travaux, l'unité d'hygiène hospitalière, les services techniques, la direction, et un représentant des entrepreneurs.

## 1. f Références bibliographiques

- ADJIDÉ C. L'hygiéniste hospitalier : plaider pour un nouvel exercice. *Techniques Hospitalières* 2008; 707: 57-65.
- ADJIDÉ C. Risque infectieux dans un établissement de santé : mise en place d'une politique de gestion globale. Mémoire de diplôme universitaire qualité sanitaire : principes et méthodes de la qualité appliquée au secteur de la santé. Université de Picardie Jules Verne, faculté de médecine d'Amiens. 2008.
- ADJIDÉ C. Bioaérosols et travaux : prévention du risque infectieux au CHU d'Amiens. *Techniques Hospitalières* 2008; 710: 40-46.
- Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (ANAES). Principes méthodologiques pour la gestion des risques en établissement de santé. 2003.
- Anonyme Canada - Canadian Communicable Disease Report. Construction-related nosocomial infections in patients in health Care Facilities. Volume: 2752. July 2001. <http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/01vol27/27s2/index.html>.
- Anonyme Canada - Canadian Construction Association. Mould guidelines for the Canadian construction industry. Canadian Construction Association 2004. 40 pages.
- Anonyme Irlande - National Disease Surveillance Centre Ireland. National guidelines for the prevention of nosocomial invasive aspergillosis during construction/renovation activities. <http://www.ndsc.ie/hpsc/A-Z/Respiratory/Aspergillosis/Guidance/File,896,en.pdf>. 2001. 40 pages.
- Association for professionals in infection control and epidemiology (APIC). Infection control risk assessment matrix of precautions for construction & renovation 2005. [http://www.apic.org/AM/Template.cfm?Section=Education\\_Resources&Template=/TaggedPage/TaggedPageDisplay.cfm&TPLID=91&ContentID=8738](http://www.apic.org/AM/Template.cfm?Section=Education_Resources&Template=/TaggedPage/TaggedPageDisplay.cfm&TPLID=91&ContentID=8738).
- ARNOW PM, SADIGH M, COSTAS C, WEIL D, CHUDY R. Endemic and epidemic aspergillosis associated with in-hospital replication of *Aspergillus* organisms. *J Infect Dis* 1991; 164: 998-1002.
- BITAR D, VAN CAUTEREN D, LANTERNIER F, DANNAOUI E, CHE D, DROMER F, DESENCLOS JC, LORTHOLARY O. Increasing incidence of zygomycosis (mucormycosis), France, 1997-2006. *Emerg Infect Dis* 2009; 15: 1395-1401.
- BOUZA E, PELÁEZ T, PÉREZ-MOLINA J, MARIN M, ALCALÁ L, PADILLA B, MUÑOZ P, ADÁN P, BOVÉ B, BUENO MJ, GRANDE F, PUENTE D, RODRÍGUEZ MP, RODRÍGUEZ-CRÉIXEMS M, VIGIL D, CUEVAS O. *Aspergillus* study team. Demolition of a hospital building by controlled explosion: the impact on filamentous fungal load in internal and external air. *J Hosp Infect* 2002; 52(4): 234-242.
- BUSSIÈRE A. A l'hôpital, l'obligation de désenfumage suscite la controverse. *Le Quotidien du Médecin*; 16 avril 2003: 7317.
- CHENG SM, STREIFEL AJ. Infection control considerations during construction activities: land excavation and demolition. *Am J Infect Control* 2001; 29: 321-328.
- CORNET M, FLEURY L, MASLO C, BERNARD JF, BRÜCKER G. Invasive aspergillosis surveillance network of the Assistance publique-Hôpitaux de Paris. *J Hosp Infect* 2002; 51: 288-296.
- Comité technique des infections nosocomiales et des infections liées aux soins (CTINILS). Définition des infections associées aux soins. Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports DGS/DHOS. 2007. 11 pages.
- Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPH). Groupe de travail « Moisissures dans l'habitat ». Contamination fongique en milieux intérieurs, diagnostic, effet sur la santé respiratoire, conduite à tenir. 2006. 101 pages.
- DE HOOG GS. Risk assessment of fungi reported from humans and animals. *Mycoses* 1996; 39: 407-417.
- DEROUIN F. Aspergillose invasive nosocomiale. Diagnostic, prévention et moyens de contrôles intégrés dans un contexte hospitalier. *Bull Acad Natl Med* 1996; 180: 859-868.
- GANGNEUX JP, CAMUS C, PHILIPPE B. Épidémiologie et facteurs de risque de l'aspergillose invasive du sujet non neutropénique. *Rev Mal Respir* 2008; 25: 139-153.
- GARCIA-VIDAL C, UPTON A, KIRBY KA, MARR KA. Epidemiology of invasive mold infections in allogeneic stem cell transplant recipients: biological risk factors for infection according to time after transplantation. *Clin Infect Dis* 2008; 47: 1041-1050.
- HAIDUVEN D. Nosocomial aspergillosis and building construction. *Med Mycol*. 2009; 47(Supplement I): S210-6.
- KONTOYIANNIS DP, MARR KA, PARK BJ, ALEXANDER BD, ANAÏSSIE EJ, WALSH T, ITO J, ANDES DR, BADDLEY JW, BROWN JM, BRUMBLE LM, FREIFELD AG, HADLEY S, HERWALDT LA, KAUFFMAN CA, KNAP K, LYON GM, MORRISON VA, PAPANICOLAOU G, PATTERSON TF, PERL TM, SCHUSTER MG, WALKER R, WANNEMUEHLER KA, WINGARD JR, CHILLER TM, PAPPAS PG. Prospective surveillance for invasive fungal infections in hematopoietic stem cell transplant recipients, 2001-2006: overview of the Transplant-Associated Infection Surveillance Network (Transnet) Database. *Clin Infect Dis* 2010; 50: 1091-1100.
- LARSON E, AIELLO AE. Systematic risk assessment methods for the infection control professional. *Am J Infect Control* 2006; 34: 323-326.
- LASS-FLÖRL C. The changing face of epidemiology of invasive fungal disease in Europe. *Mycoses* 2009; 52(3): 197-205.

- MALANI AN, KAUFFMAN CA. Changing epidemiology of rare mould infections: implications for therapy. *Drugs* 2007; 67: 1803-1812.
- MARR KA, CARTER RA, CRIPPA F, WALD A, COREY L. Epidemiology and outcome of mould infections in hematopoietic stem cell transplant recipients. *Clin Infect Dis* 2002; 34: 909-917.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ, DE LA FAMILLE ET DES PERSONNES HANDICAPÉES. Circulaire DHOS/E2/E4 N° 176 du 29 mars 2004 relative aux recommandations pour la mise en place d'un programme de gestion des risques dans les établissements de santé. 2004a. 4 pages.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ, DE LA FAMILLE ET DES PERSONNES HANDICAPÉES. Recommandations pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un programme de gestion des risques dans les établissements de santé. 2004b. 128 pages.
- MYLONAKIS E, FLANIGAN T, RICH JD, BARLAM TF. Pulmonary Aspergillosis and invasive disease in AIDS. *Chest* 1998; 114: 251-262.
- NEOFYTOS D, FISHMAN JA, HORN D, ANAÏSSIE E, CHANG CH, OLYAEI A, PFALLER M, STEINBACH WJ, WEBSTER KM, MARR KA. Epidemiology and outcome of invasive infections in solid organ transplant recipients. *Transpl Infect Dis* 2010; *Transpl Infect Dis*. 2010 Jun; 12(3): 220-229.
- NUCCI M. Emerging moulds: *Fusarium*, *Scedosporium* and *Zygomycetes* in transplant recipients. *Curr Opin Infect Dis* 2003; 16: 607-612.
- PINI G, FAGGI E, DONATO R, SACCO C, FANCI R. Invasive pulmonary aspergillosis in neutropenic patients and influence of hospital renovation. *Mycoses* 2008; 51: 117-122.
- SAUTOUR M, SIXT N, DALLE F, L'OLLIVIER C, CALINON C, FOURQUENET V, THIBAUT C, JURY H, LAFON I, AHO S, COUILLAUT G, VAGNER O, CUISENIER B, BESANCENOT JP, CAILLOT D, BONIN A. Prospective survey of indoor fungal contamination in hospital during a period of building construction. *J Hosp Infect* 2007; 67(4): 367-373.
- SAUTOUR M, SIXT N, DALLE F, L'OLLIVIER C, FOURQUENET V, CALINON C, PAUL K, VALVIN S, MAUREL A, AHO S, COUILLAUT G, CACHIA C, VAGNER O, CUISENIER B, CAILLOT D, BONIN A. Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a french hospital. *Sci Total Environ* 2009; 407: 3766-3771.
- Société française d'hygiène hospitalière (SFHH). Prévention du risque aspergillaire chez les patients immunodéprimés. Conférence de consensus Institut Pasteur, Hygiènes 2000; VII(6).
- SRINIVASAN A, BECK C, BUCKLEY T, GEYH A, BOVA G, MERZ W, PERL TM. The ability of hospital ventilation systems to filter *Aspergillus* and other *fungi* following a building implosion. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002; 23: 5204.
- TABLAN OC, ANDERSON LJ, BESSER R, BRIDGES C, HAJJEH R for the CDC-Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recomm Rep* 2004; 53(RR-3): 1-36.
- VONBERG RP, GASTMEIER P. Nosocomial aspergillosis in outbreak settings. *J Hosp Infect* 2006; 63: 246-254.









## Question 2

# Gestion pratique du risque infectieux fongique en cas de travaux : mise en place d'une étude d'impact et identification des mesures de gestion du risque

### 2. a Mise en place d'une étude d'impact d'un chantier sur le risque infectieux associé aux champignons filamenteux

- 2. a. 1 Étude d'impact sur l'environnement en cas de travaux en établissement de santé
- 2. a. 2 Caractéristiques de l'étude d'impact
- 2. a. 3 Application en établissement de santé
- 2. a. 4 Étude d'impact d'un chantier en établissement de santé

### 2. b Propositions de mesures de gestion du risque infectieux fongique

- 2. b. 1 Préambule, méthode de travail
- 2. b. 2 Détermination des mesures de gestion nécessaires

### 2. c Bibliographie

**Mots-clés :** Propositions de Quantification pratique des Risques - Étude d'Impact sur l'Environnement - Propositions de Mesures de Gestion.

## 2. a Mise en place d'une étude d'impact d'un chantier sur le risque infectieux associé aux champignons filamenteux

Une collaboration entre l'équipe opérationnelle d'hygiène (EOH), les biologistes, la cellule aspergillose (si elle existe dans l'établissement) et la maîtrise des travaux, dans une démarche d'étude d'impact sur l'environnement hospitalier est nécessaire.

Cette démarche conjointe doit permettre d'assurer un niveau identique et partagé d'information sur le risque entre tous les acteurs. Elle donne la possibilité au chef d'établissement de prendre les décisions utiles à toutes les étapes d'un chantier. Cette réflexion et ce travail commun sont nécessaires pour faire entendre les contraintes aux entreprises intervenant dans l'établissement de santé.

### 2. a. 1 Étude d'impact sur l'environnement en cas de travaux en établissement de santé

L'étude d'impact sur l'environnement englobe une identification préalable des effets positifs et négatifs que les projets envisagés auront sur l'environnement hospitalier et sur la santé des patients hospitalisés. Elle permet de planifier la mise en œuvre des mesures préventives correspondantes et d'assurer leur suivi. Cela nécessite de préciser la notion d'impact. Les termes effet et impact sont souvent utilisés indifféremment pour présenter les conséquences d'un projet sur l'environnement. En fait, effet et impact n'ont pas le même sens :

- on parle d'effet quand on décrit une conséquence objective du projet sur l'environnement : par exemple des travaux qui émettent une contamination particulière d'une certaine importance ;
- on parle d'impact quand on transpose la conséquence du projet sur une échelle de criticité. Pour la contamination

particulière l'impact peut être fort si des patients fragiles se situent à proximité, nul dans le cas contraire.

### 2. a. 2 Caractéristiques de l'étude d'impact

#### L'étude d'impact est un instrument privilégié de planification...

Elle vise à prendre en compte les préoccupations environnementales à toutes les phases de réalisation du projet, depuis sa conception jusqu'à sa réalisation.

Elle aide les partenaires (maître d'ouvrage, CLIN, EOH, entreprises...) à concevoir un projet soucieux du milieu récepteur, tout en étant acceptable aux plans technique, humain et économique.

#### ...qui prend en compte l'ensemble des facteurs environnementaux

L'étude d'impact prend en compte l'ensemble des composantes des milieux naturel et humain susceptibles d'être affectées par le projet. Elle permet d'analyser et d'interpréter les relations et interactions entre les facteurs qui exercent une influence sur les écosystèmes, les ressources et la qualité de la prise en charge des patients hospitalisés.

#### ...tout en se concentrant sur les éléments vraiment significatifs

L'étude d'impact cherche à déterminer les composantes environnementales susceptibles de subir un impact important. L'importance relative d'un impact contribue à déterminer les éléments sur lesquels s'appuieront le choix et la prise de décision.

#### ...et qui considère les intérêts et les attentes des concernés

L'étude d'impact prend en considération les opinions de tous les acteurs. À cet égard, elle rend compte de la façon dont les diverses parties concernées ont été associées dans le processus de planification du projet et tient compte des résultats des consultations et des négociations effectuées.

#### ... en vue d'éclairer les choix et les prises de décision.

### 2. a. 3 Application en établissement de santé

La démarche d'étude d'impact sur l'environnement (EIE) en cas de travaux en établissement de santé est expliquée à la **figure 1**. Aboutissant à une synthèse de diverses expertises conduites conjointement par les hygiénistes et les responsables techniques, elle est à réaliser lors de la conception du projet et ne doit pas être perçue comme une

contrainte mais au contraire comme la possibilité d'améliorer le projet.

Nécessitant une analyse scientifique et technique, elle permet d'envisager les conséquences éventuelles d'un projet d'aménagement. Elle doit devenir une pièce maîtresse dans la procédure d'instruction des projets de travaux en milieu hospitalier, étant à la fois un outil de protection de l'environnement, un outil d'information sur un projet et un outil d'aide à la décision.

### 2. a. 4 Étude d'impact d'un chantier en établissement de santé

L'évaluation, la quantification des risques et les mesures préventives à prendre doivent être établies conjointement par un représentant de l'EOH/cellule aspergillose et un représentant de la conduite des travaux. Elles doivent être organisées pendant la phase de conception et de planification des travaux. En effet, une partie des mesures à prendre doit figurer dans le cahier des charges de l'appel d'offres permettant ainsi d'intégrer des choix constructifs ou un surcoût éventuel.

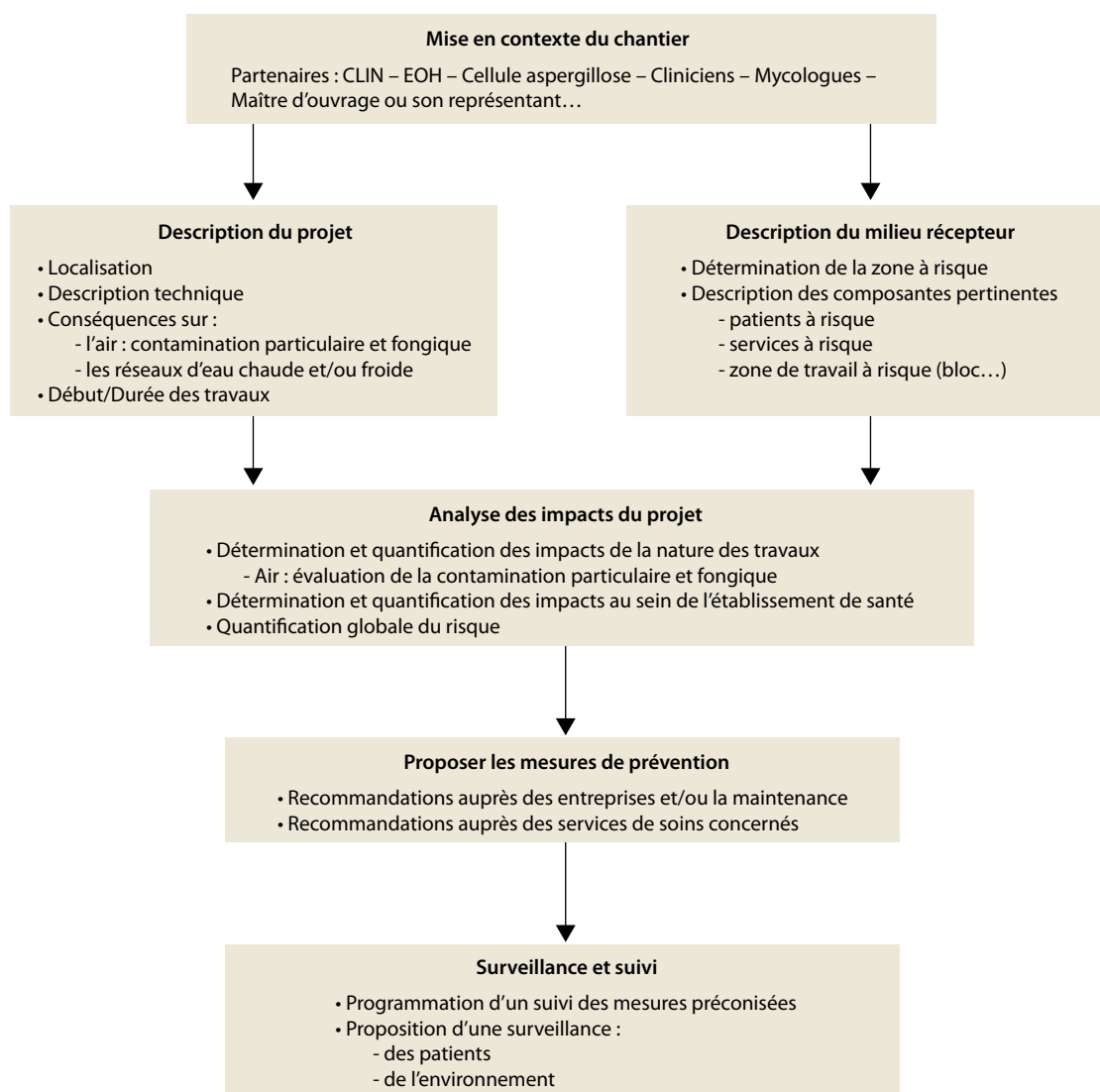
#### (I) Évaluation et quantification du risque environnemental fongique en fonction de la nature et du lieu des travaux

L'évaluation de l'impact de travaux de bâtiment sur l'aérobiocontamination fongique au sein d'un hôpital est fonction du niveau d'émission particulière. Il varie en fonction de l'ampleur et de la nature des travaux de construction ou de rénovation. Les niveaux de risque d'empoussièrement varient selon les familles de métiers du bâtiment. Ces deux paramètres « constructifs » (taille du chantier et nature des travaux) sont à rapprocher de deux grandes typologies de travaux (travaux neufs ou rénovation).

#### LES CINQ FAMILLES DE MÉTIERS DU BÂTIMENT

- 1- les mouvements de terrain et les démolitions de bâtis : voiries, réseaux enterrés, terrassement, démolition, fondation, infrastructure de gros œuvre, espaces verts ;
- 2- le clos couvert : superstructure de gros œuvre, charpente bois ou métallique, couverture et étanchéité, menuiseries extérieures, façades ;
- 3- les cloisonnements intérieurs : plâtrerie, autres cloisons bois ou métalliques, portes ;
- 4- les lots techniques : électricité, plomberie, chauffage, ventilation, autres fluides ;
- 5- les lots de second œuvre et de finition : faux plafond, revêtements muraux et de sol, menuiseries intérieures, appareillages.

Figure 1 - Démarche pratique de l'élaboration d'une étude d'impact en secteur hospitalier, d'après [CASTEL 2007].



### LES CONSTRUCTIONS NEUVES ET LES RÉNOVATIONS LOURDES

Les familles de métier 1 et 2 sont liées à des actes de construction d'impact important sur l'environnement. La plupart du temps, il s'agit de constructions d'ouvrages neufs, parfois de réhabilitations lourdes d'ouvrages existants.

Ces travaux, de longue durée, présentent tous des niveaux élevés ou très élevés d'émission particulaire.

La famille 1 est sans aucun doute la famille de métiers présentant les risques les plus élevés d'émission de poussière. La famille 2 présente des risques plus variables selon la nature des choix constructifs. Ainsi, il doit être porté une

attention forte aux charpentes bois plutôt qu'aux charpentes métalliques, aux couvertures en tuiles plutôt qu'en zinc, cuivre ou ardoise en raison de la nature friable des matériaux utilisés.

### LA RÉNOVATION INTÉRIEURE

Les autres familles 3, 4 et 5 sont présentes autant dans le cas de constructions neuves que dans le cas de rénovations intérieures d'ouvrages entiers ou partiels.

Ces rénovations intérieures, permettant de s'adapter aux évolutions de prise en charge des patients, présentent des niveaux d'émission particulaire très variables, allant de modérés à élevés. Ainsi, la famille 3 sera source importante

de poussières de plâtre ou de bois. La famille 4 ne présentera des risques élevés que ponctuellement lors des raccordements de ces ouvrages sur les réseaux existants du bâtiment rénové par exemple. La famille 5 présentera des risques le plus souvent modérés sauf lors des préparations des supports d'application et notamment lors des ponçages.

### UNE SUCCESSION D'ÉTAPES À DIFFÉRENTS RISQUES D'ÉMISSION DE POUSSIÈRE

À l'exception de la famille 4, les périodes d'intervention de ces familles de métiers sont échelonnées successivement dans la vie d'un chantier. Sauf pour des chantiers de taille exceptionnelle pouvant s'apparenter à plusieurs bâtiments à construire simultanément, ces tâches n'ont pas lieu en même temps. Cela met en avant le fait qu'un chantier

peut présenter successivement des phases à risques élevés puis modérés à chaque étape de la construction.

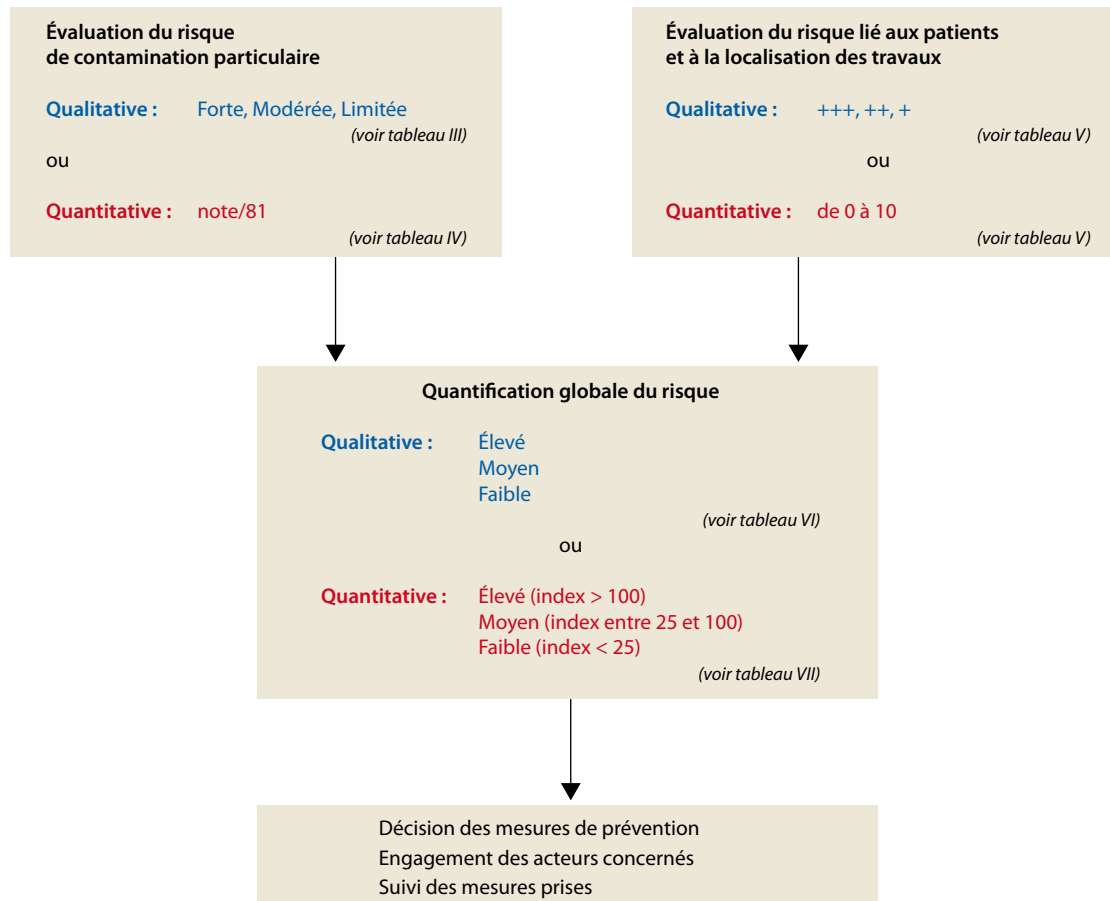
### Trois étapes sont à mettre en avant en raison de leurs risques élevés :

- 1- le démarrage du chantier avec les terrassements et les démolitions ;
- 2- ensuite le clos couvert avec les cloisonnements en plâtre ;
- 3- à la fin des travaux, lors de la mise en service des ouvrages techniques et de leur raccordement sur les réseaux déjà opérationnels, notamment les réseaux de plomberie ou les gaines de ventilation.

### (II) Étapes à mener en fonction des possibilités organisationnelles de l'établissement

Deux outils peuvent être utilisés, en fonction des moyens et des possibilités organisationnelles des établissements :

Figure 2 - Étapes\* à mener pour l'évaluation du risque infectieux fongique en fonction des possibilités de l'établissement.



\* Étapes et outils sont détaillés dans les tableaux III à VII.

- le premier, **qualitatif**, ne nécessitant pas un avis d'expert ;
- le second, **quantitatif**, plus précis, utilisable s'il existe un service d'études de travaux au sein de l'établissement.

Cette étude d'impact nous paraît indispensable, au moins pour les travaux avec appel d'offres.

#### A/ OUTIL QUALITATIF D'ÉVALUATION DU RISQUE DE CONTAMINATION PARTICULAIRE EN FONCTION DE LA NATURE DES TRAVAUX.

Cet outil d'évaluation est simple d'utilisation. La grille de cotation est présentée dans le **tableau III**.

#### B/ OUTIL QUANTITATIF D'ÉVALUATION DU RISQUE DE CONTAMINATION PARTICULAIRE EN FONCTION DE LA NATURE DES TRAVAUX.

Cette évaluation nécessite une collaboration étroite avec l'ingénieur responsable du chantier et peut-être réalisée en utilisant le **tableau IV**.

Au terme de cette évaluation, une note globale est attribuée pour les dix-huit étapes possibles des travaux. Ainsi, par exemple, les travaux de démolition sont notés sur dix, ceux concernant la charpente bois sont notés sur trois, une intervention sur le système de ventilation sur cinq, etc. La pondération a été faite par des professionnels du bâtiment en prenant en compte l'émission de poussières générée. Elle a été testée, pendant deux ans au centre hospitalier universitaire (CHU) de Poitiers, sur un nombre important de chantiers pour affiner les cotations.

Cet outil peut être adapté et validé au sein de chaque établissement.

L'intérêt pour l'hygiéniste est une meilleure connaissance de ce qui va être fait. Son utilisation permet une forte sensibilisation du responsable des travaux.

#### C/ RÉFÉRENTIEL POUR L'ÉVALUATION ET LA QUANTIFICATION DU RISQUE « PATIENT » LIÉ À LA LOCALISATION DES TRAVAUX PAR RAPPORT À L'EMPLACEMENT DES ZONES À PROTÉGER

Cette évaluation est réalisée par l'EOH.

Les éléments prioritaires à prendre en compte sont :

- la population des patients à RIF,
- la proximité des services du chantier

Le **tableau V**, décrit l'évaluation du risque « patient » de façon **qualitative** ou **quantitative**.

#### D/ ÉVALUATION GLOBALE DU RISQUE

Cette évaluation peut être **qualitative** (**Tableau VI**) ou **quantitative** (**Tableau VII**).

À ce stade, la synthèse de diverses expertises conduites conjointement par l'EOH et les responsables techniques est

Tableau III - Outil **qualitatif** d'évaluation du risque en fonction de la nature des travaux d'après [Guide AP-HP 1994, Anonyme Canada 2001, CCLIN sud-ouest 2006].

Contamination	Typologie des travaux
<b>Forte</b>	Démolition Sablage de murs Interventions sur système de ventilation Plâtrerie (plaques de plâtre, gaines d'isolant...) VRD* lourd (route, terrassement en pleine masse) Plomberie
<b>Modéré</b>	Charpente bois Faux-plafonds (+/- dépose d'existant) Interventions sur coffrage de volets roulants Revêtements de sol (sol souple/carrelage/résine) Menuiserie intérieure Ventilation-Climatisation
<b>Limitée</b>	VRD* léger (réseaux enterrés, terrassements...) Gros œuvre maçonnerie Espaces verts Couverture (avec ou sans tuiles) Menuiserie extérieure/Façade (bardage, enduit...) Charpente métallique/Serrurerie Électricité Revêtement mural

\* VRD : voirie, réseau, divers.

Tableau IV - Outil **quantitatif** d'évaluation du risque en fonction de la nature des travaux d'après [CCLIN sud-ouest 2006].

Nature des travaux	Note attribuée
Démolition	/ 10
VRD lourd (route, terrassement en pleine masse)	/ 10
VRD léger (réseaux enterrés, terrassements ponctuels)	/ 3
Fondation	/ 2
Gros œuvre (maçonnerie)	/ 3
Charpente bois	/ 5
Couverture (avec ou sans tuiles)	/ 1
Menuiserie extérieure/Façade (bardage, enduit...)	/ 1
Charpente métallique/Serrurerie	/ 1
Électricité / CVC* (+/- raccordement sur gaines existantes)	/ 1
Faux-plafond (+/- dépose d'existant)	/ 5
Intervention sur système de ventilation	/ 10
Intervention sur gaine de volet roulant	/ 5
Revêtement mural (+/- dépose d'existant)	/ 1
Revêtement de sol (sol souple/carrelage/résine)	/ 5
Plâtrerie (plaques de plâtre, gaines d'isolant...)	/ 10
Menuiserie intérieure (bois, PVC, alu, verre...)	/ 5
Espace vert	/ 3
<b>Total</b>	<b>/ 81</b>

\*CVC : chauffage, ventilation, climatisation

Tableau V - Analyse du risque en fonction de la proximité des travaux et de la zone d'hospitalisation des patients à risque infectieux fongique.

Zone à protéger	Coefficient de risque « patient »	
	Critère qualitatif	Critère quantitatif
• Hématologie : secteur stérile	+++	de 5 à 10
• Hématologie : secteur conventionnel hébergeant des patients à haut RIF	+++ si travaux à l'intérieur du bâtiment	de 5 à 10
• Transplantation d'organes		
• Blocs opératoires et salles assimilées (cathétérisme cardiaque ou de radiologie interventionnelle...)		
• Soins intensifs et réanimation		
• Cancérologie	++ si travaux à l'intérieur du bâtiment et à proximité ou si travaux à l'extérieur et sous vents dominants	de 1 à 5
• Autres secteurs à environnement protégé : stérilisation, pharmacie (reconstitution...)		
• Services cliniques et chirurgicaux classiques	+ ou ++	de 1 à 5
• Radiologie		
• Laboratoires		
• Bureaux, aires publiques	+	de 0 à 1

Tableau VI - Matrice d'évaluation qualitative du niveau de risque fongique global.

Contamination	Forte	Modérée	Limitée
Risque « patient »			
+++	Élevé	Élevé	Moyen
++	Moyen	Moyen	Faible
+	Moyen	Faible	Faible

Tableau VII - Matrice d'évaluation quantitative du niveau de risque fongique global.

Index = note attribuée sur la contamination des travaux X Coefficient de risque « patient »	Risque fongique global
> 100	Élevé
25 à 100	Moyen
< 25	Faible

réalisée. Elle servira de guide à la mise en place des mesures pratiques de protection des chantiers et de prévention vis-à-vis des patients à RIF.

## 2. b Propositions de mesures de gestion du risque infectieux fongique

### 2. b. 1 Préambule, méthode de travail

Les mesures de prévention du RIF au cours des travaux de tous genres se déclinent en plusieurs types en fonction de l'objectif :

- mesures de réduction de l'émission et confinement de poussières de la zone des travaux ;
- mesures de protection des patients à RIF visant à les soustraire du risque d'exposition aux bio-aérosols ;
- mesures d'information, sensibilisation et éducation des patients, familles, personnels soignants, conducteurs de travaux, ouvriers du bâtiment et autres agents techniques devant intervenir sur le chantier prévu.

La démarche générale utilisée a été la suivante :

- formuler des propositions en fonction des données de la littérature et des expériences de terrains des experts du groupe de travail multidisciplinaire ;
- et, pour chacune des propositions :

#### 1) estimer sa faisabilité,

de « 1 » facile à mettre en place à « 5 » difficile à mettre en place ;

#### 2) donner un niveau de preuve :

**Catégorie IA.** Recommandation forte reposant sur des résultats très concluants d'études expérimentales, cliniques ou épidémiologiques bien conduites.

**Catégorie IB.** Recommandation forte reposant sur des résultats de certaines études expérimentales, cliniques ou épidémiologiques, ou soutenue par un fort rationnel théorique (ou une forte logique).

**Catégorie II.** Suggéré par des études cliniques ou épidémiologiques ou par la théorie (ou la logique).

**Catégorie III.** Avis d'expert. Pas de recommandation. Manque de preuve sur l'efficacité.

**3) estimer l'importance de cette mesure :**

de « A » mesure très importante, à « D » mesure de précaution.

**2. b. 2 Détermination des mesures de gestion nécessaires**

La planification des travaux avec établissement d'un calendrier est indispensable à la mise en place des mesures de gestions.

Nous avons distingué :

- les mesures à mettre en place dans la zone en chantier pour contenir les bio-aérosols sur le chantier et éviter leur dissémination aux zones hébergeant des patients à RIF (**Tableau VIII**) ;
- les mesures à mettre en place dans la zone adjacente en activité hébergeant des patients à RIF pour les protéger de toute exposition aux bio-aérosols issus de la zone des travaux (**Tableau IX**) ;

- et les mesures d'information et de protection aux personnes : patients, visiteurs, personnels soignants et personnels de chantier (**Tableau X**).

Pour chacune des mesures, l'indication de sa mise en place dépend de la quantification globale du risque évaluée après l'analyse d'impact, permettant de le classer comme risque faible, moyen ou élevé.

Il est indispensable, avant le début des travaux de programmer la réouverture du service. Il faut notamment prévoir :

- la vérification de la ventilation (nettoyage des gaines, changement des filtres, contrôles particuliers...),
- et le bionettoyage du service. Cette programmation est indispensable pour anticiper la charge de travail qu'elle engendre (renforcement d'effectifs, prestation externe au service, à l'établissement...).



Tableau VIII - Mesures à mettre en place dans la zone en chantier pour contenir les bioaérosols sur le chantier et éviter leur dissémination aux zones hébergeant des patients à risque infectieux fongique.

Mesure	Indication	Faisabilité	Niveau de preuve	Importance et/ou utilité	Commentaires	Bibliographie pertinente
Fermer le service hébergeant les patients à RIF	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protéger les patients à RIF</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque élevé</b></li> </ul>	4	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transférer les patients à RIF dans un autre secteur ou établissement dans lequel le contrôle de pollution environnementale est garanti et contrôlé. Pas toujours possible, mais il faut envisager une programmation et/ou un phasage des travaux</li> </ul>	[BOCQUET 1993, Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, APIC 2005, CCLIN sud-ouest 2006, HAIDUVEN 2009]
Mettre la zone en travaux en dépression par rapport aux secteurs adjacents	<ul style="list-style-type: none"> <li>Éviter la diffusion des bioaérosols aux secteurs adjacents</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque moyen ou élevé</b></li> </ul>	3	II	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser un/des extracteurs d'air efficaces munis d'une filtration à très haute efficacité</li> </ul>	
Ériger, entre la zone en activité et celle en travaux, des barrières rigides et étanches ou des écrans anti-poussières, du sol au plafond	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isoler le chantier</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque moyen ou élevé</b></li> </ul>	2	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser des matériaux ne relargant pas de poussières potentiellement contaminées par les spores de champignons filamenteux</li> </ul>	
Minimiser la remise en suspension des bioaérosols dans la zone en travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contenir sur les lieux les bioaérosols issus des travaux</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	2	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer un environnement humide qui évite la remise en suspension de la poussière</li> <li>Nettoyer régulièrement les voiries</li> <li>Évacuer quotidiennement les déchets dans des conteneurs fermés et/ou des bennes bâchées</li> <li>Travailler portes fermées</li> <li>Réduire les poussières générées lors des travaux de perçage ou ponçage en utilisant des appareils et matériels munis d'un aspirateur avec filtration à très haute efficacité</li> </ul>	
Application pratique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isolement du chantier par des plaques de plâtre vissées sur des armatures métallique (avantages : mise en œuvre rapide et découpage des plaques avec un cutteur) avec bloc-porte pour l'accès aux travaux</li> <li>Mise en place d'un polyane 120 microns sur le côté extérieur de la cloison, pour en assurer l'étanchéité</li> <li>Mise en place de ruban adhésif orange ou gris d'une largeur de 3 cm (à vérifier visuellement chaque jour). Complément à faire autour des conduits de fluides et le plafond (ventilation/électricité/fluides médicaux) par du polyane 80 microns pour finaliser l'étanchéité du chantier</li> <li>Arrêt de la ventilation de la zone chantier et obturation de l'ensemble des bouches de ventilation par du polyane et du ruban adhésif afin d'éviter la rétropollution et l'encrassement des gaines</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place d'un ou plusieurs extracteurs d'air de chantier suivant la surface et s'il est possible d'avoir un ouvrant extérieur. Changer le préfiltre suivant la durée de chantier</li> <li>En phase de dépoussiérement, mise en place d'un épurateur d'air de haute efficacité (ou en permanence pendant la durée des travaux pour une zone de travaux limités). Prévoir une désinfection hors présence humaine par voie aérienne si besoin</li> <li>Mise en place d'un linge, humidifié plusieurs fois par jour et changement quotidien, à l'entrée du chantier ou d'un tapis de décontamination de préférence synthétique non effeuillable et non collant, facilement nettoyable</li> </ul>



Tableau VIII - Mesures à mettre en place dans la zone en chantier pour contenir les bioaérosols sur le chantier et éviter leur dissémination aux zones hébergeant des patients à risque infectieux fongique. (Suite)

Mesure	Indication	Faisabilité	Niveau de preuve	Importance et/ou utilité	Commentaires	Bibliographie pertinente
Minimiser la diffusion de bioaérosols générés dans la zone en travaux vers les secteurs adjacents	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protéger les zones contiguës restées en activité et hébergeant des patients à RIF</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	1	II	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retenir les poussières présentes sous les chaussures des ouvriers grâce à des tapis de décontamination non effeuillables et non collants à entretien facile</li> </ul>	[BOCQUET 1993, Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, APIC 2005, CCLIN sud-ouest 2006, HAIDUVEN 2009]
		2	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir un ou des circuits, pour personnes, matériels, consommables, qui évitent la zone de travaux</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protéger les zones contiguës restées en activité et hébergeant des patients à RIF</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque moyen ou élevé</b></li> </ul>	3	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prêter une attention particulière à la diffusion des bioaérosols <i>via</i> escaliers, cages d'ascenseurs, sorties de secours voire les trous/espaces autour des conduits divers</li> </ul>	
Application pratique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isolement du chantier par la mise en place : d'une protection polyane avec perches télescopiques (intérêt de fermetures à glissière) ou d'une cloison constituée de plaques de plâtre vissées sur une armature métallique</li> <li>L'entrée du chantier peut se faire par un double polyane avec complément dans sa partie inférieure pour le lester</li> <li>Mise en place de ruban adhésif orange ou gris d'une largeur de 3 cm (à vérifier visuellement chaque jour)</li> <li>Complément à faire autour des conduits de fluides et le plafond (ventilation/électricité/fluides médicaux) par du polyane 80 microns pour finaliser l'étanchéité du chantier</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>Arrêt de la ventilation de la zone chantier et obturation de l'ensemble des bouches de ventilation par du polyane et du ruban adhésif afin d'éviter la répollution et l'encrassement des gaines</li> <li>En phase de dépoussiérement, mise en place d'un épurateur d'air à haute efficacité (ou en permanence pendant la durée des travaux pour une zone de travaux limités). Prévoir une désinfection hors présence humaine par voie aérienne si besoin</li> <li>Mise en place d'un linge, humidifié plusieurs fois par jour et changement quotidien, à l'entrée du chantier ou d'un tapis de décontamination de préférence synthétique non effeuillable et non collant, facilement nettoyable</li> </ul>

Tableau IX - Mesures à mettre en place dans la zone adjacente en activité hébergeant des patients à risque infectieux fongique pour les protéger de toute exposition aux bioaérosols issus de la zone des travaux.

Mesure	Indication	Faisabilité	Niveau de preuve	Importance et/ou utilité	Commentaires	Bibliographie pertinente
<b>Calfeutrer toutes les issues donnant sur le secteur à RIF à protéger</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protéger les patients à RIF hébergés dans une zone contiguë à la zone en travaux</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	3	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintenir les portes et fenêtres fermées</li> <li>Calfeutrer fenêtres, portes non utilisées pour accès au chantier, trous autour des canalisations d'eau, des conduits d'aération</li> </ul>	[BOCQUET 1993, Anonyme Irlande 2001, CCLIN sud-est 2002]
<b>Assurer une qualité suffisante et contrôlée de l'air dans les chambres d'hospitalisation Le cas échéant, délocaliser les salles de consultation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protéger les patients à RIF des bioaérosols</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque moyen ou élevé</b></li> </ul>	3	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer un traitement d'air avec une filtration d'air à l'aide de filtres HEPA et un taux de renouvellement horaire suffisant qui garantisse une consommation d'énergie économe</li> </ul>	[ARNOW 1991, CORNET 1999, ANAÏSSIE 2002, GANGNEUX 2002, BENET 2007]
<b>Réduire, la contamination, particulaire et biologique, de l'environnement du patient à RIF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Mettre en place en cas de risque élevé</b></li> </ul>	1	IB	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser un système portable ou mobile d'épuration d'air, utilisant diverses technologies et ayant prouvé sa capacité à réduire, dans un volume donné, les contaminations particulaire et biologique</li> <li>Protéger le patient à RIF sous un flux d'air unidirectionnel</li> </ul>	[ENGELHART 2003, SAUTOUR 2007, SIXT 2007, POIROT 2007, BRENIER-PINCHART 2009]
<b>Application pratique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser du ruban adhésif orange ou gris d'une largeur de 3 cm (à vérifier visuellement chaque jour) Complément à faire autour des conduits de fluides et le plafond (ventilation/électricité/fluides médicaux) par du polyane 80 microns pour finaliser l'étanchéité entre la zone en activité et le chantier</li> <li>Bouchage des passages des tuyauteries et fluides médicaux par du silicone</li> </ul>					
<b>Assurer un bionettoyage fréquent et efficace (protocole validé, fréquence journalière, produit fongicide ayant une activité sur <i>Aspergillus</i> selon NF-EN 1275)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirer les spores déposées sur les surfaces</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	1	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantir la propreté des surfaces et limiter dans le temps la durée de dépôt des spores sur les surfaces proches du patient</li> </ul>	[ALBERTI 2001, ANAÏSSIE 2002, SFHH 2009]

Tableau IX - Mesures à mettre en place dans la zone adjacente en activité hébergeant des patients à risque infectieux fongique pour les protéger de toute exposition aux bioaérosols issus de la zone des travaux. (Suite)

Mesure	Indication	Faisabilité	Niveau de preuve	Importance et/ou utilité	Commentaires	Bibliographie pertinente
<b>S'assurer de la fonctionnalité du traitement d'air</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer l'efficacité des mesures de prévention de la pollution des zones hébergeant les patients à RIF à protéger</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	1	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure des taux d'humidité, du taux de renouvellement d'air, des températures et pressions</li> <li>Fréquence à définir selon niveau de RIF et zone à RIF</li> </ul>	[POIROT 2007, SAUTOUR 2007]
<b>S'assurer de l'efficacité des mesures de protection effective de la zone à RIF par une surveillance environnementale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer l'efficacité des mesures de prévention de la pollution des zones hébergeant les patients à RIF à protéger</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque moyen ou élevé</b></li> </ul>	2	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure du niveau de pollution fongique de l'air et des surfaces avec des méthodes validées</li> <li>Localisation des prélèvements en fonction du chantier (zone adjacente avec patients à RIF, zones sentinelles...)</li> <li>Fréquence à définir selon niveau de RIF et zone à RIF</li> </ul>	[GANGNEUX 2002, GANGNEUX 2006, NIHTINEN 2007, SAUTOUR 2007]
<b>Auditer, pendant les travaux, le respect des mesures d'isolement du chantier et de protection des patients à RIF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifier l'observance des mesures mises en place</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	1	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesures d'isolement du chantier, de protection des patients à RIF, respect des circuits, bionettoyage</li> </ul>	[CCLIN sud-ouest 2006]

Tableau X - Mesures d'information et de protection des personnes : patients, visiteurs, personnels soignants et personnels de chantier.

Mesure	Indication	Faisabilité	Niveau de preuve	Importance et/ou utilité	Commentaires	Bibliographie pertinente
<b>Concernant le patient à RIF</b> <b>Il faut former, sensibiliser et éduquer le patient et sa famille pour éviter ou limiter l'exposition du patient à RIF aux spores de champignons filamenteux</b>						
Sensibiliser, informer, le patient à RIF et sa famille, sur le risque fongique notamment aspergillaire en période de travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire comprendre l'importance des mesures de prévention du RIF mises en place et de leur respect</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	1	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expliquer et faire respecter les mesures proposées</li> <li>Intérêt d'un document écrit</li> </ul>	[Anonyme Irlande 2001]
Définir des trajets hors zones de travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer des déplacements sans exposition au RIF</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	2	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en place une signalisation et bien baliser les circuits</li> </ul>	[BOCQUET 1993, SFHH 2000, Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, CCLIN sud-est 2002, MMWR 2004, BERTHELOT 2006]
Précautions en cas de déplacements et isolement protecteur	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Mettre en place en cas de risque moyen ou élevé</b></li> </ul>	1	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter les déplacements</li> <li>Faire porter un équipement respiratoire filtrant type FFP2, une charlotte, une surblouse si le patient est habituellement en isolement protecteur</li> </ul>	[CCLIN sud-est 2002, MMWR 2004, BERTHELOT 2006]
Isolement protecteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tout patient à très haut risque et haut risque infectieux fongique</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque élevé</b></li> </ul>	1	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les mesures de protection habituelles doivent être assurées pendant la durée des travaux : interdiction de plantes, aliments ou aromates susceptibles d'être contaminés par des spores, protocoles de décontamination de l'alimentation et des effets personnels pénétrant dans la zone protégée</li> </ul>	[SFHH 2000, MMWR 2004, GANGNEUX 2004, BERTHELOT 2006]
Transférer les patients à RIF dans un secteur ou service moins exposé aux bioaérosols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si les mesures de protection sont insuffisantes ou difficiles à mettre durablement en place</li> <li><b>Mettre en place en cas de risque élevé</b></li> </ul>	2	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transfert des patients à RIF (avec les précautions requises) ou fermeture partielle du service ou limiter/moduler les admissions avant et pendant les travaux</li> </ul>	[BOCQUET 1993, SFHH 2000, Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, BERTHELOT 2006]

Tableau X - Mesures d'information et de protection des personnes : patients, visiteurs, personnels soignants et personnels de chantier. (Suite)

Mesure	Indication	Faisabilité	Niveau de preuve	Importance et/ou utilité	Commentaires	Bibliographie pertinente
Chimioprophylaxie antifongique primaire	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limiter l'infection chez les patients identifiés à RIF élevé à très élevé</li><li>• <b>Mettre en place en cas de risque élevé</b></li></ul>	2	II	B/C	<ul style="list-style-type: none"><li>• Une prophylaxie peut être discutée au cas par cas selon les autorisations de mise sur le marché</li></ul>	[SFHH 2000, Anonyme Irlande 2001]
Surveillance diagnostique des mycoses invasives	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prise en charge précoce des mycoses invasives chez les patients à RIF</li><li>• <b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li></ul>	1	IB	A	<ul style="list-style-type: none"><li>• Association d'arguments cliniques, mycologiques et d'imagerie (scanner)</li><li>• Intérêt du suivi cinétique de l'antigénémie aspergillaire</li><li>• Place de la détection de beta-glucane et de la PCR en cours d'évaluation</li></ul>	[SFHH 2000, MORRISSON 2004]
Concernant les visites au patient à RIF <b>Il faut réduire le transfert de spores entre la zone de travaux et la zone protégée hébergeant le patient à RIF</b>						
Définir les circuits hors zone de travaux	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pour toute zone protégée hébergeant les patients à RIF</li></ul>	2	IB	A	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mettre en place une signalisation et bien baliser les circuits</li></ul>	[BOCQUET 1993, SFHH 2000, Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, CCLIN sud-est 2002, MMWR 2004, BERTHELOT 2006]
Restreindre le nombre de visites	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li></ul>	2	II	B		
Sensibiliser au RIF		1	II	B		
Concernant les personnels soignants <b>Il faut former, sensibiliser et éduquer personnels soignants, médicaux et paramédicaux, permanents et temporaires</b>						
Former, informer, éduquer les personnels soignants	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mieux faire appréhender le RIF au quotidien et associé aux travaux</li><li>• <b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li></ul>	1	I	A	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pour identifier les patients à RIF et maintenir la vigilance vis-à-vis de ces patients</li><li>• Pour sensibiliser le patient et sa famille</li><li>• Pour respecter et faire respecter les mesures de prévention</li></ul>	[BOCQUET 1993, SFHH 2000, Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, CCLIN sud-est 2002, MMWR 2004, BERTHELOT 2006]
Sensibiliser tout personnel de l'établissement de santé		2	I	A	<ul style="list-style-type: none"><li>• Politique globale de prévention du RIF</li><li>• Faire respecter ou imposer ces mesures</li></ul>	
Informations régulières de l'avancée des travaux	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mieux sensibiliser sur le RIF associé aux travaux</li><li>• <b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li></ul>	2	II	A	<ul style="list-style-type: none"><li>• Motiver les soignants au respect des mesures de protection</li></ul>	[SFHH 2000]

Tableau X - Mesures d'information et de protection des personnes : patients, visiteurs, personnels soignants et personnels de chantier. (Suite)

Mesure	Indication	Faisabilité	Niveau de preuve	Importance et/ou utilité	Commentaires	Bibliographie pertinente
<b>Surveillance diagnostique de mycose invasive et mise en place d'une revue de morbi-mortalité au sein d'une cellule aspergillose</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier, prendre en charge précocement et enregistrer les cas d'infections invasives à champignons filamenteux</li> <li>• <b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	1	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartographie des patients à RIF pour un maintien de la vigilance dans les secteurs à risque</li> <li>• Détection de cas groupés et signalement interne</li> </ul>	[SFHH 2000, ALBERTI 2001, MMWR 2004]
<b>Plan de circulation hors travaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire le transfert de spores de champignons filamenteux dans la zone protégée avec patients à RIF</li> <li>• <b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	2	IB	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place une signalisation claire et spécifique</li> </ul>	[BOCQUET 1993, SFHH 2000, Anonyme Canada 2001, Anonyme Irlande 2001, CCLIN sud-est 2002, MMWR 2004, BERTHELOT 2006]
<b>Concernant les personnels du chantier Il faut former, sensibiliser et informer les personnels du chantier à respecter les mesures mises en place pour prévenir le RIF</b>						
<b>Formation et information du personnel technique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieux appréhender le RIF pour accepter de se contraindre au respect des mesures de prévention de la diffusion des bioaérosols</li> </ul>	1	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motiver le personnel technique chargé de la maintenance et de l'entretien des dispositifs de traitement de l'air et d'épuration de l'ambiance</li> </ul>	[SFHH 2000]
<b>Formation et information du personnel travaillant sur le chantier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mettre en place en cas de risque faible, moyen ou élevé</b></li> </ul>	3	II	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer sur les mesures d'isolement du chantier, les circuits et les mesures diverses de réduction de la diffusion des bioaérosols du chantier vers les zones contiguës</li> </ul>	

## 2. c Références bibliographiques

- ALBERTI C, BOUAKLINE A, RIBAUD P, LACROIX C, ROUSSELOT P, LEBLANC T, DEROUIN F. Relationship between environmental fungal contamination and the incidence of invasive aspergillosis in haematology patients. *J Hosp Infect* 2001; 48: 198-206.
- ANAÏSSIE EJ, STRATTON SL, DIGNANI MC, LEE CK, MAHFOUZ TH, REX JH, SUMMERBELL RC, WALSH TJ. Cleaning patient shower facilities: a novel approach to reducing patient exposure to aerosolized *Aspergillus* species and other opportunistic molds. *Clin Infect Dis* 2002; 35(6): E86-8.
- Anonyme Canada - Canadian Communicable Disease Report. Construction-related nosocomial infections in patients in health care facilities. Volume: 2752, July 2001. <http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/01vol27/2752/index.html>.
- Association for professionals in infection control and epidemiology (APIC). Infection control risk assessment matrix of precautions for construction & renovation 2005. [http://www.apic.org/AM/Template.cfm?Section=Education\\_Resources&Template=/TaggedPage/TaggedPageDisplay.cfm&TPLID=91&ContentID=8738](http://www.apic.org/AM/Template.cfm?Section=Education_Resources&Template=/TaggedPage/TaggedPageDisplay.cfm&TPLID=91&ContentID=8738).
- ARNOW PM, SADIGH M, COSTAS C, WEIL D, CHUDY R. Endemic and epidemic aspergillosis associated with in-hospital replication of *Aspergillus* organisms. *J Infect Dis* 1991; 164: 998-1002.
- BÉNET T, NICOLLE MC, THIEBAUT A, PIENS MA, NICOLINI FE, THOMAS X, PICOT S, MICHALLET M, VANHEMS P. Reduction of Invasive aspergillosis incidence among immunocompromised patients after control of environmental exposure. *Clin Infect Dis* 2007; 45: 682-686.
- BERTHELOT P, LOULERGUE P, RABERIN H, TURCO M, MOUNIER C, TRAN MANH SUNG R, LUCHT F, POZZETTO B, GUYOTAT D. Efficacy of environmental measures to decrease the risk of hospital-acquired aspergillosis in patients hospitalised in haematology wards. *Clin Microbiol Infect* 2006; 12: 738-744.
- BOCQUET P, AGGOUNE M, AUSSANT M, RYKNER G, BRÜCKER G. Aspergillose invasive nosocomiale et travaux hospitaliers. Recommandations. Les Guides AP-HP Doin 1993. 36 pages.
- BRENIER-PINCHART MP, COUSSA-RIVIÈRE L, LEBEAU B, MALLARET MR, BULABOIS CE, DUCKI S, CAHN JY, GRILLOT R, PELLOUX H. Mobile air-decontamination unit and filamentous fungal load in the hematology ward: how efficient at the low-activity mode? *Am J Infect Control* 2009; 37: 680-682.
- CASTEL O, SAMSON P, BOUSSEAU A. Gestion des travaux à l'hôpital : la contribution du CLIN et de l'équipe opérationnelle d'hygiène hospitalière. *Hygiènes* 2007; 15(1): 1-13
- CCLIN sud-est. Conduite à tenir en cas d'aspergillose nosocomiale. 2002.
- CCLIN sud-ouest. Grille d'évaluation et mesures de prévention du risque infectieux suivant la nature des travaux. 2006
- CORNET M, LEVY V, FLEURY L, LORTHOLARY J, BARQUINS S, COUREUL M-H, DELIERE E, ZITTOUN R, BRÜCKER G, BOUVET A. Efficacy of prevention by high-efficiency particulate air filtration or laminar airflow against *Aspergillus* airborne contamination during hospital renovation. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20: 508-513.
- ENGELHART S, HANFLAND J, GLASMACHER A, KRIZEK L, SCHMIDT-WOLF IGH, EXNER M. Impact of portable air filtration units on exposure of haematology-oncology patients to airborne *Aspergillus fumigatus* spores under field conditions. *J Hosp Infect* 2003; 54: 300-304.
- GANGNEUX JP, POIROT JL, MORIN O, DEROUIN F, BRETAGNE S, DATRY A, KAUFFMANN-LACROIX C, PAUGAM A, CHANDENIER J, BOUAKLINE A, BORDES M, CHACHATY E, DUPEYRON C, GRAWLEY I, LECO G, LORTHOLARY J, MOURLOU P, NESA D, SAHEB F, CORNET M, VIMONT AM, CORDONNIER C. Surveillance mycologique de l'environnement pour la prévention de l'aspergillose invasive : propositions de standardisation des méthodologies et des modalités d'application. *Presse Med* 2002; 31: 841-858.
- GANGNEUX JP, NOUSSAÏR L, BOUAKLINE A, ROUX N, LACROIX C, DEROUIN F. Experimental assessment of disinfection procedures for eradication of *Aspergillus fumigatus* in food. *Blood* 2004; 104: 2000-2002.
- GANGNEUX JP, ROBERT-GANGNEUX F, GICQUEL G, TANQUEREL JJ, CHEVRIER S, POISSON M, AUPÉE M, GUIGUEN C. Bacterial and fungal counts in hospital air: comparative yields for 4 sieve impactor air samplers with 2 culture media. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006; 27: 1405-1408.
- HAIDUVEN D. Nosocomial aspergillosis and building construction. *Med Mycol* 2009; 47(Supplement 1): S210-6. Centers for disease control and prevention. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003. *MMWR Recomm Rep* 2004; 53(RR-3): 1-36.
- MORRISON J, YANG C, LIN KT, HAUGLAND RA, NEELY AN, VESPER SJ. Monitoring *Aspergillus* species by quantitative PCR during construction of a multi-storey hospital building. *J Hosp Infect* 2004; 57: 85-87
- NIHTINEN A, ANTILA VJ, RICHARDSON M, MERI T, VOLIN L, RUUTU T. The utility of intensified environmental surveillance for pathogenic moulds in a stem cell transplantation ward during construction work to monitor the efficacy of HEPA filtration. *Bone Marrow Transplant* 2007; 40: 457-460.
- POIROT JL, GANGNEUX JP, FISCHER A, MALBERNARD M, CHALLIER S, LAUDINET N, BERGERON V. Evaluation of a new mobile system for protecting immune-suppressed patients against airborne contamination. *Am J Infect Control* 2007; 35: 460-466.
- SAUTOUR M, SIXT N, DALLE F, L'OLLIVIER C, CALINON C, FOURQUENET V, THIEBAUT C, JURY H, LAFON I, AHO S, COUILLAUD G, VAGNER O, CUISENIER B, BESANCENOT JP, CAILLOT D, BONNIN A. Prospective survey of indoor fungal contamination in hospital during a period of building construction. *J Hosp Infect* 2007; 67: 367-373.
- Société française d'hygiène hospitalière (SFHH). Liste positive désinfectants 2009. *Hygiènes* 2009; XVII (3): 1-24.
- Société française d'hygiène hospitalière (SFHH). Prévention du risque aspergillaire chez les patients immunodéprimés. Conférence de consensus Institut Pasteur, mars 2000. *Hygiènes* 2000; VII (6).
- SIXT N, DALLE F, LAFON I, AHO S, COUILLAUD G, VALOT S, CALINON C, DANAIRE V, VAGNER O, CUISENIER B, SAUTOUR M, BESANCENOT JP, L'OLLIVIER C, CAILLOT D, BONNIN A. Reduced fungal contamination of the indoor environment with the Plasmair system (Airinspace). *J Hosp Infect* 2007; 65: 156-162.







### Question 3

## Appréciation quantitative du risque : propositions d'indicateurs d'impact des mesures de gestion du risque infectieux fongique

#### 3. a Surveillance environnementale du chantier et impact sur les mesures de gestion

- 3. a. 1 Contrôles à faire dans le secteur accueillant les travaux
- 3. a. 2 Interprétation des résultats en secteur protégé (valeurs cibles, niveaux d'alerte)
- 3. a. 3 Audits de conformité dans la zone de travaux, suivi par « fiche travaux » ou fiche « risque fongique »
- 3. a. 4 Surveillance dans les autres zones de l'établissement

#### 3. b Surveillance épidémiologique des cas et impact sur le chantier

- 3. b. 1 Analyse de la relation « pollution fongique environnementale et risque infectieux fongique »
- 3. b. 2 Intérêt de la surveillance épidémiologique des infections fongiques invasives

#### 3. c Références bibliographiques

**Mots clés :** Indicateurs d'Impact – Surveillance environnementale – Surveillance épidémiologique.

### 3. a Surveillance environnementale du chantier et impact sur les mesures de gestion

#### 3. a.1 Contrôles à faire dans le secteur accueillant les travaux

Les mesures doivent être prises en prenant en compte les zones à risque, les patients et les moyens de l'établissement. Elles doivent faire l'objet d'une validation en CLIN et être intégrées dans le carnet sanitaire.

##### Contrôles visuels

Ces contrôles doivent être faits par l'équipe du service d'hospitalisation. Il s'agit de vérifier régulièrement par exemple :

- le caractère hermétique du confinement des portes (par exemple en utilisant un ruban adhésif),
- la fermeture des fenêtres,
- le dispositif au sol de captage de la poussière et son changement (au minimum quotidien et en cas de saturation évidente),
- la présence évidente de poussière (nuage, traces de pas, surfaces empoussiérées...).

##### Contrôles de la dépression de la zone de travaux

Si un système de dépression a été installé, il doit être vérifié pour s'assurer de la non-contamination des zones adjacentes aux travaux. La traçabilité doit pouvoir être produite en cas d'incident.

##### Contrôles particuliers

Ils ne sont à faire que dans les zones à environnement maîtrisé, périodiquement au cours des travaux et à la fin du chantier. Ils doivent être effectués hors activité. Les résultats doivent être identiques à ceux avant travaux.

##### Contrôles de la biocontamination fongique de l'air et des surfaces

- Pendant les travaux, les secteurs dits « protégés » accueillant des malades immunodéprimés de façon prolongée (secteurs équipés d'un traitement de l'air de haute efficacité) doivent bénéficier d'une surveillance hebdomadaire de l'air et des surfaces.
- Pour les autres secteurs en travaux accueillant des patients à RIF, un contrôle doit être planifié au moins à la fin des travaux et ce après un bio-nettoyage des locaux. De plus, le CLIN

peut proposer une surveillance bimensuelle ou mensuelle pour suivre le niveau global de l'aérocontamination.

Des propositions de méthodes standardisées ont été effectuées pour les prélèvements d'environnement en secteur hospitalier à visée fongique [GANGNEUX 2002]. Les contrôles de la biocontamination fongique doivent par ailleurs être associés à des contrôles bactériens pour vérifier la conformité à la classe ISO si les travaux ont concerné une zone à environnement maîtrisé.

### Fréquence et responsables des contrôles

Le groupe de travail propose, **tableau XI**, une fréquence de réalisation de chaque type de contrôle en fonction du niveau de RIF des secteurs d'hospitalisation et précise qui pourra en avoir la responsabilité.

### 3. a. 2 Interprétation des résultats en secteur protégé (valeurs cibles, niveaux d'alerte)

L'interprétation des résultats, présentée dans le **tableau XII**, est adaptée des propositions d'un groupe de travail multidisciplinaire sur les valeurs attendues en situation normale hors travaux [GANGNEUX 2002]. Une bonne connaissance de l'écologie locale et des niveaux moyens de la biocontamination fongique de son établissement du fait d'un suivi régulier permet de nuancer en interne ces valeurs attendues.

En secteur protégé, les valeurs critiques dans la chambre du patient sont donc les suivantes :

- prélèvement d'air : valeur cible = valeur d'alerte = absence de spores fongiques
- prélèvement de surfaces : valeur cible = valeur d'alerte = absence de spores aspergillaires.

Si le résultat attendu n'est pas conforme à la valeur cible dans un secteur protégé, il faut :

- réaliser un bionettoyage minutieux dans les pièces contaminées (salle de bains et SAS inclus) ;
- vérifier la gestion des portes et fenêtres des chambres, des SAS...
- vérifier la maintenance et l'entretien des gaines d'aération du service et/ou des chambres (propreté des gaines, protection...);
- vérifier la qualité du système de filtration (perte de charge...);
- vérifier l'entretien des bouches d'aération (propreté...);
- puis refaire un nouveau contrôle fongique +/- comptage particulière.

En cas de retour à un niveau de maîtrise normal ou considéré comme tel, la fréquence des contrôles sera augmentée pour confirmer ce retour à la normale. Si les résultats restent non satisfaisants, une enquête approfondie doit être mise en place et les mesures de protection des patients doivent être établies par l'EOH et la cellule aspergillose (faire un bionettoyage suivi d'une désinfection avec un désinfectant fongicide passant la norme NF-EN 1275).

### 3. a. 3 Audits de compliance dans la zone de travaux, suivi par « fiche travaux » ou fiche « risque fongique »

La mise en place d'audits rapides ou *Quick audit* est recommandée lors du suivi de travaux (**Figure 3**).

### 3. a. 4 Surveillance dans les autres zones de l'établissement

En l'absence de traitement de l'air, et en dépit de l'application stricte des mesures générales d'hygiène (voire même

Tableau XI - Proposition de fréquence des contrôles environnementaux à mettre en place et responsabilités.

Quantification globale du risque	Contrôles				
	Fréquence et responsables du contrôle				
	Visuel Service de soins	Pression Service technique*	Particulaires EOH	Aérobiocontamination EOH/laboratoires	Surfaces EOH/laboratoires
Élevé secteur « protégé »	1 fois par jour	1 fois par jour	Fin du chantier	1 fois par semaine et fin du chantier	1 fois par semaine et fin du chantier
Élevé autres secteurs	1 fois par jour	1 fois par jour	–	Périodicité à définir par le CLIN** et fin du chantier	Fin du chantier
Moyen	1 fois par jour	–	–	–	Fin du chantier
Faible	1 fois par semaine	–	–	–	–

EOH : équipe opérationnelle d'hygiène (ou préleveur interne ou externe)

\*Service technique ou service biomédical (direction des travaux)

\*\*A titre indicatif et selon la durée du chantier, 1 à 2 fois par mois

Figure 3 - Proposition de fiche d'audit rapide, d'après [CARTER 1997].

Fiche Quick audit			
Travaux en cours : .....			
Service .....		Date .....	
<b>Barrières mises en place</b>			
Signalétique affichée ?	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Portes	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Locaux communs : correctement fermées	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Chambres : correctement fermées	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Surface du sol propre, pas de poussières visibles	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
<b>Traitement de l'air</b>			
Fermeture des fenêtres dans la zone des travaux	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Pression négative fonctionnelle	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
<b>Zone de travaux</b>			
Débris enlevés dans des conteneurs couverts	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Nettoyage du site de travaux	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
<b>Circulation</b>			
Limitée aux ouvriers	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Limitée au personnel soignant nécessaire	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Sortie des déchets respectée	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Les personnes extérieures au service (visiteurs...) sont informées des précautions à prendre	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
<b>Tenue vestimentaire</b>			
Conforme dans les zones permettant l'accès au chantier (ex. : blocs opératoires, services à risques...)	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	NA <input type="checkbox"/>
Si non correcte par qui :    personnel soignant <input type="checkbox"/> ,    personnel technique <input type="checkbox"/> ,    autre <input type="checkbox"/>			
Précisez .....			
NA : non adapté à la situation			

de l'installation complémentaire d'appareils épurateurs d'air), les résultats de contrôles sont difficilement interprétables (**Tableau XII**).

La surveillance régulière dans des zones sentinelles peut être proposée par le CLIN afin de mesurer l'impact des mesures de gestion sur le transfert du risque environnemental du chantier vers les zones adjacentes. Il peut s'agir d'une surveillance visuelle et/ou à visée fongique. Plusieurs exemples pratiques peuvent être proposés : (i) une surveillance mensuelle de l'aérobiocontamination dans les halls d'entrée de trois services de soins proches d'un

chantier d'excavation a permis de montrer l'efficacité des mesures de confinement du chantier (expérience CHU de Rennes) ; (ii) au CHU de Besançon, un suivi hebdomadaire de la contamination fongique des couloirs généraux de l'hôpital et de ceux d'un service d'hématologie a été réalisé de 2002 à 2009 (3 474 prélèvements d'air et 1 737 de surface). Ces mesures ont notamment permis de connaître le degré d'exposition des patients lors des trajets utilisés par les patients pour accéder aux services, se rendre en radiologie ou à la pharmacie (rétrocession des médicaments). Dans cette étude, un seuil fixé à 40 UFC/m<sup>3</sup> d'air pour les espèces

Tableau XII - Proposition d'interprétation des contrôles environnementaux à visée fongique, d'après [GANGNEUX 2002]

Secteur	Local	Prélèvement d'air	Prélèvement de surface
Protégé (avec traitement de l'air)	Chambre de patient	Absence de spores fongiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sous flux laminaire : absence de spores fongiques</li> <li>• Autres zones : tolérance de très rares unités formant colonies (UFC) de spores fongiques/ prélèvement avec absence d'<i>Aspergillus</i> *</li> </ul>
	Parties communes	Tolérance de très rares UFC/prélèvement avec absence d' <i>Aspergillus</i> **	Tolérance de très rares UFC/prélèvement avec absence d' <i>Aspergillus</i> ***
Autres secteurs	Chambre du patient et parties communes	Résultats attendus difficiles à définir dans un environnement non protégé. Seules seront interprétées d'éventuelles modifications de la biocontamination dans le temps, pendant les travaux, ou en comparaison à des niveaux de bases mesurés avant le début des travaux	Résultats attendus difficiles à définir de façon uniforme et univoque. Seules seront interprétées d'éventuelles modifications de la biocontamination dans le temps par rapport à un niveau habituel considéré comme associé à la maîtrise du risque

A titre indicatif, en situation normale hors travaux,

\*une tolérance de 2 UFC/prélèvement est acceptée pour un prélèvement de 25 cm<sup>2</sup> de surface,

\*\*une tolérance de 2 UFC/prélèvement est acceptée pour un prélèvement d'air d'un m<sup>3</sup>,

\*\*\*une tolérance de 5 UFC/prélèvement est acceptée pour un prélèvement de 25 cm<sup>2</sup> de surface.

fongiques potentiellement pathogènes ainsi que le suivi des variations de ces espèces ont servi d'indicateurs pour la mobilisation des équipes chargées de l'hygiène des services cibles [HOUDEROUGE 2009].

### 3. b Surveillance épidémiologique des cas et impact sur le chantier

#### 3. b. 1 Analyse de la relation « pollution fongique environnementale et risque infectieux fongique »

De très nombreuses études descriptives montrent une association entre la survenue d'épidémies d'aspergillose ou une augmentation d'incidence de l'aspergillose, et la réalisation de travaux. Plusieurs revues de la littérature ou guides de prévention de l'aspergillose détaillent les types de travaux impliqués et l'origine probable de la pollution fongique (cf. Question 1).

##### a) Relation quantitative entre la contamination environnementale et le risque infectieux aspergillaire

Si la relation entre travaux et risque aspergillaire est bien établie sur le plan qualitatif ou descriptif, elle reste très difficile à établir sur des éléments quantifiables compte tenu du caractère très fluctuant de la contamination fongique et des incertitudes de mesure. Dans une revue de vingt-quatre épidémies au cours desquelles des mesures de l'aérocontamination ont été faites, les valeurs mesurées varient considérablement (0 → 235 UFC/m<sup>3</sup>) suivant les épidémies et suivant les sites prélevés [VONBERG 2006].

S'ajoute la difficulté à prouver statistiquement une relation entre un événement fréquent et très variable

(contamination fongique) et un événement rare comme l'aspergillose invasive dont la prophylaxie primaire et les traitements empiriques ont modifié l'incidence.

Trois approches pourraient permettre de caractériser ce lien et tenter de définir un niveau de contamination au-delà duquel le risque aspergillaire serait majoré.

#### L'ÉTUDE APPROFONDIE DES ÉPIDÉMIES

C'est l'approche *a priori* la plus performante, mais, en pratique très peu d'études d'épidémies comportent à la fois des données cliniques et des données mycologiques suivies. La plus pertinente est sans doute l'étude d'ARNOW *et al.* [ARNOW 1991] comportant un suivi clinique et mycologique pendant six années au cours desquelles une épidémie d'aspergillose est survenue puis a été contrôlée. Les auteurs ont pu ainsi observer que la concentration d'*Aspergillus* dans l'air était < 0,2 UFC/m<sup>3</sup> dans les périodes pré- et post-épidémique, versus 1,1-2,2 UFC/m<sup>3</sup> pendant l'épisode épidémique.

#### L'ÉTUDE DE L'IMPACT DES MESURES DE TRAITEMENT DE L'AIR

Plusieurs procédés de traitement d'air permettent de réduire l'aérocontamination fongique et plusieurs études ont montré qu'une réduction d'incidence de l'aspergillose peut être observée dans les unités bénéficiant de ces traitements d'air. Indirectement, à travers ces études, il serait possible d'estimer le niveau de contamination associé à une plus faible incidence d'aspergillose. C'est sur cette base que SHERERTZ *et al.* [SHERERTZ 1987] ont conclu à une absence de risque aspergillaire lorsque l'aérocontamination par *Aspergillus* est < 0,009 UFC/m<sup>3</sup> (la modalité de calcul serait toutefois contestable pour plusieurs experts). De même, RHAME

Tableau XIII - Synthèse des protocoles d'étude de la relation entre la contamination fongique environnementale et l'incidence de l'aspergillose invasive.

Auteurs	Durée de suivi (mois)	Service clinique	Mesure de la contamination aérienne	Nombre d'aspergillose invasive	Corrélation entre taux de contamination et AI*	Commentaires
HOSPENTHAL 1998	13	Oncologie	Oui	6	Non	
MAHIEU 2000	11	Néonatalogie (3 services)	Oui	0 cas d'AI Mesure du portage pharyngé	Non	Efficacité de l'épurateur d'air HEPA
ALBERTI 2001	48	Hématologie (3 services)	Oui 12 900 prélèvements (3 100 air, 9 800 surface)	64	Oui	Corrélation entre risque d'AI et utilisation de chambres conventionnelles
LAI 2001	6	Hématologie	Oui	6	Non	Efficacité des filtrations d'air HEPA
FALVEY 2007	120	Hôpital	Oui 1 523 air	1	Non	
PINI 2008	14	Hématologie	Oui 2 fois/mois Soit 270 prélèvements			
	7	Oui pendant travaux	3 cas d'AI pendant la période de travaux/taux élevé d' <i>Aspergillus</i>			
RUPP 2008	84	Hématologie	Oui 972 air	45	Non	

AI : aspergillose invasive.

*et al.* [RHAME 1984] estiment que le risque aspergillaire est sensiblement réduit chez les greffés de moelle lorsque la concentration d'*A. fumigatus* est  $< 0,9$  UFC/m<sup>3</sup>.

Plus récemment, l'étude d'ARAUJO *et al.* [ARAUJO 2008] démontre l'impact majeur, clinique, environnemental et économique, de la mise en place de systèmes d'apport d'air propre contrôlé dans les zones d'hospitalisation de patients très fragilisés (immunodéprimés, greffés de moelle).

La première période (avant l'installation) a duré quatorze mois et a recensé un total de 198 admissions. La deuxième période (après) a été de même durée avec une admission de 205 patients. Six cas certains d'infection fongique avec deux décès sont survenus durant la première période. Aucune infection fongique certaine ou probable n'a été observée durant la deuxième période. La contamination fongique aérienne a été réduite de 50 % (première semaine de mise en service de la ventilation) à 95 % (les semaines suivantes) lors de la deuxième période. Par ailleurs, la durée des séjours des patients à l'hôpital a été réduite de trois jours durant la deuxième période. La consommation de médicaments antifongiques a été réduite d'environ 60 % avec une nette diminution du coût du traitement antifongique (- 17,4 %) durant la deuxième période.

#### LA DÉMARCHE PROSPECTIVE (Tableau XIII)

Cette démarche est la seule qui permette une analyse rigoureuse de la relation entre contamination environnementale et incidence de l'aspergillose, mais elle se heurte à plusieurs difficultés et à plusieurs biais :

- incertitude et variabilité des mesures de contamination fongique ;
- difficulté du diagnostic d'aspergillose invasive ;
- difficulté à affirmer le caractère nosocomial de l'infection (qui permet de le rapporter à la contamination environnementale hospitalière) ;
- incidence faible de l'aspergillose et difficulté ou manque de puissance des analyses statistiques.

Dans la littérature, on relève peu d'études prospectives de ce type qui soient suffisamment conséquentes en termes de durée de suivi et d'incidence. Les résultats divergent, selon la méthodologie, et les conclusions sont parfois différentes.

#### HOSPENTHAL *et al.*, 1998

Étude prospective sur 54 semaines en oncologie, portant uniquement sur la contamination de l'air ; six cas d'aspergillose pendant la période d'observation, sans relation avec l'aérocontamination, mais sans analyse statistique.

**MAHIEU *et al.*, 2000**

Étude de onze mois montrant une absence de relation entre la contamination fongique de l'environnement et les taux d'infection ou de portage dans une unité de néonatalogie pendant une période de travaux (avec protection HEPA).

**ALBERTI *et al.*, 2001**

Étude prospective de quatre années dans trois services d'hématologie. Par une analyse en série chronologique de 64 cas d'aspergilloses considérées comme nosocomiales et 12 900 prélèvements d'air ou de surface, des liens significatifs et directionnels ont été montrés entre l'incidence des cas et la contamination de l'air et des surfaces par *Aspergillus* ou par d'autres champignons filamenteux dans les trois services étudiés, en particulier dans les parties communes des services. Cette corrélation n'est plus significative si les valeurs  $> 2$  UFC/m<sup>3</sup> sont enlevées de l'analyse, ce qui pourrait signifier que la valeur seuil de risque se situe à 2 UFC/m<sup>3</sup>.

**LAI *et al.*, 2001**

Étude limitée à une période de quelques mois à la suite de travaux, ne montrant pas de lien (sans étude statistique) entre l'aérocontamination et le taux de colonisation de patients greffés de moelle.

**FALVEY *et al.*, 2007**

Étude suivie de l'aérocontamination pendant dix ans, montrant 48 augmentations transitoires de la contamination (*sporadic bursts*), avec un cas d'aspergillose pouvant y être relié. Les données d'incidence de l'aspergillose ne sont pas précisées.

**PINI *et al.*, 2008**

Étude de quatorze mois conduisant à suspecter une épidémie sur la survenue de cas d'aspergillose pendant une période de travaux et en association avec une augmentation de la concentration fongique dans l'air. L'augmentation de la concentration en *Aspergillus* dans les couloirs semble corrélée à la survenue des cas d'aspergillose.

**RUPP *et al.*, 2008**

Étude prospective, pendant sept années, dans une unité de greffe de cellules souches hématopoïétiques. Un suivi hebdomadaire de l'aérocontamination et l'analyse du lien avec les cas d'aspergillose (45 cas) survenant dans les 14 à 28 jours selon le niveau de contamination (supérieur à 15 UFC/m<sup>3</sup>, compris entre 5 et 15 UFC/m<sup>3</sup> et négatif) ont été effectués. L'absence de différence significative d'incidence entre les différentes périodes fait conclure aux auteurs à la faible valeur prédictive de résultats mycologiques et au faible intérêt de la surveillance hebdomadaire.

## **b) Effet des mesures de protection des chantiers sur la réduction de la contamination fongique environnementale et sur l'incidence des cas**

Dans la plupart des cas, des mesures de protection multiples sont prises à l'occasion de travaux de toutes sortes et la performance individuelle des mesures est difficilement évaluable.

Quelques études ont tenté cette évaluation :

- réduction de la contamination de l'air ou de l'incidence de l'aspergillose suite à la mise en place d'un traitement d'air central avec filtration HEPA dans les unités de soin [SHERERTZ 1987, BENET 2007] ou dans des unités équipées de filtre HEPA, comparativement à des unités non équipées [CORNET 1999]. Le bénéfice de la filtration HEPA sur la mortalité et l'incidence des infections fongiques est cependant contesté dans une méta-analyse portant sur 16 études [ECKMANN 2006];
- réduction de la contamination fongique de l'air par les barrières de protection, l'utilisation d'une unité portable HEPA, et l'application de « copper-8quinolinolate » [OPAL 1986];
- réduction de la contamination de l'air et des surfaces dans les pièces équipées de PLASMAIR et maintien d'un niveau de contamination  $< 5$  UFC/m<sup>3</sup>, équivalent à ce qui est observé dans une zone sans travaux [SAUTOUR 2007, BERGERON 2007];
- réduction significative de la contamination aérienne par *Aspergillus* dans une unité de néonatalogie par des unités mobiles de filtration MEDIC CLEANAIR FORTE, Willebroek, Belgique [MAHIEU 2000];
- réduction des 2/3 de la contamination de l'air dans des chambres équipées avec un épurateur d'air ENVIRACAIRE®, permettant de diminuer la « pression fongique », mais n'élimine pas les pics de contamination [POIROT 2000];
- réduction de la contamination avec une unité portable NSA 7100A/B mais avis négatif sur l'utilisation systématique des appareils en raison des nuisances (bruit, chaleur) [ENGELHART 2003].

Plusieurs autres études sont plus globales et montrent une efficacité des mesures appliquées en association sur la contamination fongique de l'environnement ou la réduction de l'incidence de l'aspergillose [LOO 1996, ARNOW 1991, ARAUJO 2008].

De façon indirecte, l'efficacité des mesures de protection a également été considérée comme bonne sur l'observation d'une absence de relation significative entre le nombre de travaux et la contamination fongique de l'environnement par *Aspergillus* ou l'incidence de l'aspergillose invasive en hématologie [BERTHELOT 2006].

Une synthèse des protocoles d'étude de la relation entre la contamination fongique environnementale et l'incidence de l'aspergillose invasive est proposée dans le **tableau XIII**.



### 3. b. 2 Intérêt de la surveillance épidémiologique des infections fongiques invasives

Une surveillance épidémiologique des infections fongiques rigoureuse et exhaustive en période de travaux représente :

- l'indicateur final de l'intérêt des mesures de prévention ;
- un outil pour détecter des cas groupés et/ou des épidémies et pour envisager des mesures correctives.

#### a) Mise en place d'une structure locale de veille épidémiologique

Plusieurs recommandations soulignent la valeur d'une structure locale de veille épidémiologique des aspergillozes invasives (comité aspergilliose, cellule aspergillaire ou autre appellation) pendant les périodes de travaux, mieux encore pérenne, pour une analyse prospective des cas [MMWR 1997, SFHH 2000, Anonyme Canada 2001]. Ainsi, la conférence de consensus française souligne l'importance de la mise en place d'une cellule opérationnelle spécifique à la surveillance de l'aspergilliose. Cette cellule doit réunir toutes les compétences directement impliquées dans la prévention et comporter les acteurs suivants : hygiénistes, mycologues, représentants des services où sont hospitalisés les patients à risque, ingénieur technique responsable des travaux, coordonnateur sécurité-santé et représentants de l'administration. De par sa composition multidisciplinaire, elle a un rôle d'interface et de coordination afin de participer aux cahiers des charges, à l'information et à la formation des mesures protectrices et correctrices ainsi qu'à la surveillance et la déclaration des cas. De même, le guide Santé Canada de 2001 décrit « *qu'il est essentiel de réunir une équipe pluridisciplinaire qui établira des voies de communications claires* » afin que le « *plan de communication soit respecté pendant toute la durée du projet* ». Ce guide rajoute que « *la protection des patients repose sur l'acceptation des mesures de prévention fongique et sur la façon dont elles seront mises en œuvre. L'atteinte de ces objectifs exige un engagement ferme, une compréhension approfondie et la collaboration soutenue de tout le personnel participant* ».

Sur le terrain, de nombreux centres hospitaliers l'ont désormais mise en place, souvent en tant que sous-commission du CLIN. Les expériences les plus probantes rapportent la nécessité d'une diversité et d'une complémentarité des acteurs de cette commission : équipe opérationnelle d'hygiène, cliniciens des services à risque, mycologues ou biologistes, radiologues, anatomo-pathologistes, pharmaciens et ingénieurs des travaux [BOCQUET 1995, DEROUIN 1996, BIENTZ 1999, FAURE 2002, KAUFMANN-LACROIX 2004]. Une organisation pérenne permet à la fois le relevé épidémiologique des

cas (avec la discussion de la nécessité de faire un signalement externe), mais aussi la mise en place rapide, en cas d'alerte épidémique d'une cellule de crise.

Quelques expériences ont plus particulièrement été publiées. En période de travaux hors contexte épidémique, l'organisation mise en place au CHU de Saint-Étienne souligne l'intérêt d'une réelle stratégie multidisciplinaire et a montré entre 1993 et 2001, une diminution significative d'incidence de l'AI dans un service d'hématologie adulte [BERTHELOT 2006]. L'incidence est passée de 1,19/1 000 patients à 0,21/1 000 patients après une amélioration du système de filtration d'air, la mise en place de mesures d'hygiène spécifiques en cas de travaux, l'utilisation de masques à haute filtration et la surveillance de l'aérocontamination avec prélèvements d'air et de surface. Dans une analyse globale sur une période de quatre ans, l'équipe de l'hôpital Saint-Louis de Paris, a montré une relation significative entre la contamination environnementale fongique (air/surface) et l'incidence des AI [ALBERTI 2001].

#### b) Investigation de cas groupés ou d'épidémies

De nombreuses épidémies d'AI [HOPKINS 1989, HUMPHREYS 1991, IWEN 1994, KRASINSKI 1985, LENTINO 1982, LOO 1996, MEHTA 1990] ont été rapportées dans la littérature scientifique. Seule l'équipe de IWEN *et al.* en 1994 a montré, grâce à un monitoring de l'aérobiologie, que l'épisode épidémique dans leur établissement était corrélé à une augmentation de champignons filamenteux dans l'air. Par une méthode de prélèvement d'air basée sur une méthode de sédimentation sur boîte, et des prélèvements de surface par écouvillonnage, les auteurs ont montré qu'il existait une augmentation de 0,43 UFC/h/boîte en taux de base à 2,44 UFC/h/boîte ( $p = 0,02$ ) au début des travaux puis à une diminution à 0,80 UFC/h/boîte ( $p = 0,02$ ) après des mesures d'hygiène. Ces résultats étaient corrélés à ceux des prélèvements de surface. Dans les chambres présentant un niveau élevé de biocontamination, cinq nouveaux cas d'AI ont été déclarés. De même, PINI *et al.* ont évalué la contamination aspergillaire pendant et après des travaux de rénovation dans un service d'hématologie pendant deux ans (2003-2005) [PINI 2007]. Dans cet article, les auteurs notent sept cas d'AI probables et/ou possibles corrélés selon eux à une augmentation d'*A. fumigatus* dans l'air. En réalité, il n'y a eu, qu'à une seule reprise, une augmentation de la concentration d'*A. fumigatus* à 1,99 UFC/m<sup>3</sup> dans des chambres à l'accès restreint. Les autres données concernent les couloirs avec une augmentation de concentration d'*A. fumigatus* de 2,98 à 4,17 UFC/m<sup>3</sup>. Il est difficile de savoir s'il existe dans le même temps une augmentation de l'incidence des AI puisque le taux d'incidence ou le nombre de cas habituels ne sont pas donnés. Enfin, ARNOW *et al.* ont

surveillé l'air pendant 77 mois et montré que le niveau de contamination par *A. fumigatus* pouvait augmenter de  $\leq 0,2$  UFC/m<sup>3</sup> à 1,1-2,2 UFC/m<sup>3</sup> avec une incidence de l'AI passant de 0,3 % à 1,2 % [ARNOW 1991].

Dans la majorité des guides d'hygiène des établissements français, il est précisé qu'une investigation peut être demandée par le CLIN ou le comité aspergilliose auprès de l'EOH dans les situations suivantes : augmentation significative de l'incidence des AI, voire après le signalement d'une AI nosocomiale. La conduite à tenir proposée comprend alors les différentes étapes rappelées par GACHIE en 2000 [GACHIE 2000] : recherche exhaustive d'autres cas, mesures du niveau de contamination de l'air et des surfaces et description de la localisation spatiale des cas. La réalisation d'une cartographie permet de suspecter un dysfonctionnement des systèmes de traitement de l'air et/ou d'identifier une source localisée possiblement en rapport avec des travaux (cf. Question 1 : pratique de travaux hospitaliers générant une pollution fongique environnementale). Dans certaines circonstances, l'enquête environnementale ne permet pas toujours de déterminer une cause précise [POIROT 1986, LEENDERS 1996].

### 3. c Références bibliographiques

- ALBERTI C, BOUAKLINE A, RIBAUD P, LACROIX C, ROUSSELOT P, LEBLANC T, DEROUIN F, and *Aspergillus* Study Group. Relationship between environmental fungal contamination and the incidence of invasive aspergillosis in haematology patients. *J Hosp Infect* 2001; 48: 198-206.
- Anonyme Canada. Infections nosocomiales chez les patients d'établissements de santé liées aux travaux de construction : atténuer le risque d'aspergilliose, de légionellose et d'autres infections. Santé Canada 2001 ; p 45.
- ARAUJO R, CARNEIRO A, COSTA-OLIVEIRA S, PINA-VAZ C, RODRIGUES AG, GUIMARAES JE. Fungal infections after haematology unit renovation: evidence of clinical, environmental and economical impact. *Eur J Haematol* 2008; 80: 436-443.
- ARNOW PM, SADIGH M, COSTAS C, WEIL D, AND CHUDY R. Endemic and epidemic aspergillosis associated with in-hospital replication of *Aspergillus* organisms. *J Infect Dis* 1991; 164: 998-1002.
- BÉNET T, NICOLLE MC, THIEBAUT A, PIENS MA, NICOLINI FE, THOMAS X, PICOT S, MICHALLET M, VANHEMS P. Reduction of invasive aspergillosis incidence among immunocompromised patients after control of environmental exposure. *Clin Infect Dis* 2007; 45: 682-686.
- BERGERON V, REBOUX G, POIROT JL, LAUDINET N. Decreasing airborne contamination levels in high-risk hospital areas using a novel mobile air-treatment unit. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007; 28: 1181-1186.
- BERTHELOT P, LOULERGUE P, RABERIN H, TURCO M, MOUNIER C, TRAN MANH SUNG R, LUCHT F, POZZETTO B, GUYOTAT D. Efficacy of environmental measures to decrease the risk of hospital-acquired aspergillosis in patients hospitalised in haematology wards. *Clin Microbiol Infect*. 2006; 12: 738-744.
- BIENTZ M, DE ALMEIDA N, AMEREIN MP, FREYD A, MEUNIER O. Prévention de l'aspergilliose invasive en milieu hospitalier : l'expérience des Hôpitaux universitaires de Strasbourg. *Techniques hospitalières* 1999; 642: 52-56.
- BOCQUET P, PATRIS S, DUMARTIN C, GOTTOT S, RYKNER G, BRÜCKER G. Le réseau de surveillance épidémiologique de l'aspergilliose invasive nosocomiale de l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris. *Ann Med Int* 1995; 146: 79-83.
- CARTER CD, BARR BA. Infection control issues in construction and renovation. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1997; 18(8): 587-596.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for prevention of nosocomial pneumonia. *MMWR* 1997; 39: 1192-1236.
- CORNET M, LEVY V, FLEURY L, LORTHOLARY J, BARQUINS S, COUREUL MH, DELIERE E, ZITTOUN R, BRÜCKER G, BOUVET A. Efficacy of prevention by high-efficiency particulate air filtration or laminar airflow against *Aspergillus* airborne contamination during hospital renovation. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20: 508-513.
- DEROUIN F. Aspergilliose invasive nosocomiale. Diagnostic, prévention et moyens de lutte intégrée en milieu hospitalier. *Bull Acad Natle Med* 1996; 180: 859-870.
- ECKMANNS T, RÜDEN H, AND GASTMEIER P. The influence of high-efficiency particulate air filtration on mortality and fungal infection among highly immunosuppressed patients: a systematic review. *J Infect Dis* 2006; 193: 1408-1418.
- ENGELHART S, HANFLAND J, GLASMACHER A, KRIZEK L, SCHMIDT-WOLF IG, EXNER M. Impact of portable air filtration units on exposure of haematology-oncology patients to airborne *Aspergillus fumigatus* spores under field conditions. *J Hosp Infect* 2003; 54: 300-304.
- FALVEY DG, STREIFEL AJ. Ten-year air sample analysis of *Aspergillus* prevalence in a university hospital. *J Hosp Infect* 2007; 67: 35-41.
- FAURE O, FRICKER-HIDALGO H, LEBEAU B, MALLARET MR, AMBROISE-THOMAS P, GRILLOT R. Eight-year surveillance of environmental fungal contamination in hospital operating rooms and haematological units. *J Hosp Infect* 2002; 50: 155-160.
- GACHIE JP. Investigation d'un épisode épidémique. *Hygiènes* 2000; VIII(6): 440-444.
- GANGNEUX JP, POIROT JL, MORIN O, DEROUIN F, BRETAGNE S, DATRY A, KAUFFMANN-LACROIX C, PAUGAM A, CHANDENIER J, BOUAKLINE A, BORDES M, CHACHATY E, DUPEYRON C, GRAWAY I, LESCO G, LORTHOLARY J, MOURLHOU P, NESA D, SAHEB F, CORNET M, VIMONT AM, CORDONNIER C. Surveillance mycologique de l'environnement pour la prévention de l'aspergilliose invasive : propositions de standardisation des méthodologies et des modalités d'application. *Presse Med* 2002; 31: 841-848.
- HOPKINS CC, WEBER DJ, RUBIN RH. Invasive *Aspergillus* infection: possible non-ward common source within the hospital environment. *J Hosp Infect* 1989; 13: 19-25.
- HOSPENTHAL DR, KWON-CHUNG KJ, BENNETT JE. Concentrations of airborne *Aspergillus* compared to the incidence of invasive aspergillosis: lack of correlation. *Med Mycol* 1998; 36: 165-168.
- HOUDROUGE K, GBAGUIDI HAORE ZH, BELLANGER AP, VEILLE I, MOREL N, DECONNINCK E, TALLON D, MILLON L, REBOUX G. Intérêt de la surveillance fongique des couloirs dans la prévention du risque aspergillaire. Congrès société française de mycologie médicale, Poitiers, juin 2009.
- HUMPHREYS H, JOHNSON EM, WARNOCK DW, WILLATTS SM, WINTER RJ, SPELLER DC. An outbreak of aspergillosis in a general ITU. *J Hosp Infect*. 1991; 18: 167-177.
- IWEN PC, CALVIN DAVIS J, REED EC, WINFIELD BA, HINRICHS SH. Airborne fungal spore monitoring in a protective environment during hospital construction and correlation with an outbreak of invasive aspergillosis. *Infect Control Hospital Epidem* 1994; 15: 303-306.
- KAUFFMANN-LACROIX C, CASTEL O, LALAND C, JACQUEMIN JL, RODIER MH. Déclaration et signalement d'une infection nosocomiale fongique. *J Mycol Med* 2004; 14: 115-122.
- KRASINSKI K, HOLZMAN RS, HANNA B, GRECO MA, GRAFF M, BHOGAL M. Nosocomial fungal infection during hospital renovation. *Infect Control* 1985; 6: 278-282.
- LAI KK. A cluster of invasive aspergillosis in a bone marrow trans-



- plant unit related to construction and the utility of air sampling. *Am J Infect Control* 2001 ; 29: 333-337.
- LEENDERS A, VAN BELKUM A, JANSSEN S, DE MARIE S, KLUYTMANS J, WIELENGA J, LÖWENBERG B, VERBRUGH H. Molecular epidemiology of apparent outbreak of invasive aspergillosis in a hematology ward. *J Clin Microbiol* 1996; 34: 345-351.
  - LENTINO JR, ROSENKRANZ MA, MICHAELS JA, KURUP VP, ROSE HD, RYTEL MW. Nosocomial aspergillosis: a retrospective review of airborne disease secondary to road construction and contaminated air conditioners. *Am J Epidemiol* 1982; 116: 430-437.
  - LOO VG, BERTRAND C, DIXON C, VITYÉ D, DESALIS B, MCLEAN AP, BROX A, ROBSON HG. Control of construction-associated nosocomial aspergillosis in an antiquated hematology unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996; 17: 360-364.
  - MAHIEU LM, DE DOOY JJ, VAN LAER FA, JANSENS H, IEVER MM. A prospective study on factors influencing *Aspergillus* spore load in the air during renovation works in a neonatal intensive care unit. *J Hosp Infect* 2000; 45: 191-197.
  - MEHTA G. *Aspergillus* endocarditis after open heart surgery: an epidemiological investigation. *J Hosp Infect* 1990; 15: 245-253.
  - OPAL SM, ASP AA, CANNADY PB JR, MORSE PL, BURTON LJ, HAMMER PG 2<sup>nd</sup>. Efficacy of infection control measures during a nosocomial outbreak of disseminated aspergillosis associated with hospital construction. *J Infect Dis* 1986; 153: 634-637.
  - PINI G, FAGGI E, DONATO R, SACCO C, FANCI R. Invasive pulmonary aspergillosis in neutropenic patients and the influence of hospital renovation. *Mycoses* 2008; 51: 117-122.
  - POIROT JL, FORT MM, ISNARD F, NESA D., LORTHOLARY J, FLOIRAT S, TEUILLE C, LOCART B. Conduite à tenir en cas de travaux: notre expérience à l'hôpital Saint-Antoine. *Hygiènes* 2000; 8: 431-439.
  - POIROT JL, DURNING A, LORTHOLARY J LAPORTE JP. Enquête sur la pollution fongique dans un service d'hématologie à la suite d'une épidémie d'aspergillose. *Med Mal Infect* 1986; 6: 412-417.
  - RHAME FS, STREIFEL AJ, KERSEY JH JR, MCGLAIVE PB. Extrinsic risk factors for pneumonia in the patient at high risk of infection. *Am J Med* 1984; 76: 42-52.
  - RUPP ME, IWEN PC, TYNER LK, MARION N, REED E, ANDERSON JR. Routine sampling of air for fungi does not predict risk of invasive aspergillosis in immunocompromised patients. *J Hosp Infect* 2008; 68: 270-271.
  - SAUTOUR M, SIXT N, DALLE F, L'OLLIVIER C, CALINON C, FOURQUENET V, THIBAUT C, JURY H, LAFON I, AHO S, COUILLAUD G, VAGNER O, CUISENIER B, BESANCENOT JP, CAILLOT D, BONNIN A. Prospective survey of indoor fungal contamination in hospital during a period of building construction. *J Hosp Infect* 2007; 67: 367-373.
  - SHERERTZ RJ, BELANI A, KRAMER BS, ELFENBEIN GJ, WEINER RS, SULLIVAN ML, THOMAS RG, SAMSA GP. Impact of air filtration on nosocomial *Aspergillus* infections. Unique risk of bone marrow transplant recipients. *Am J Med* 1987; 83: 709-718.
  - Société française d'hygiène hospitalière (SFHH). Prévention du risque aspergillaire chez les patients immunodéprimés. Conférence de consensus Institut Pasteur. *Hygiènes* 2000; VIII (6).
  - VONBERG RP, GASTMEIER P. Nosocomial aspergillosis in outbreak settings. *J Hosp Infect* 2006; 63: 246-254.



## Question 4

# Domaines de responsabilités sur le risque fongique en cas de travaux et impact de cas groupés sur la conduite du chantier

- 4. a Définir les domaines de responsabilités sur le risque fongique en cas de travaux
- 4. b Impact de cas groupés ou d'une épidémie sur la conduite du chantier
- 4. c Références bibliographiques

**Mots-clés :** Responsabilités – Infection nosocomiale – Signalement externe.

### 4. a Définir les domaines de responsabilités sur le risque fongique en cas de travaux

Les travaux majorent considérablement le risque de contamination de l'environnement. Cependant le caractère indispensable de ceux-ci et la nécessité d'assurer la continuité des soins impliquent d'évaluer préalablement le risque de contamination de l'environnement hospitalier, de proposer, voire de renforcer les mesures de prévention, d'en assurer le suivi, et le cas échéant, de gérer les alertes et situations de crise. La réalisation de ces différentes étapes peut nécessiter un renfort de personnels, depuis les métiers de soins jusqu'aux métiers techniques. Ce renfort garantit le bon déroulement du surplus de travail généré pendant la période de travaux.

Pour une bonne harmonisation des différents processus, il faut que soient bien définies les responsabilités de chacun à chacune des étapes.

Dans chaque établissement de santé, un consensus doit permettre de définir les différentes responsabilités récapitulées dans le **tableau XIV**.

### 4. b Impact de cas groupés ou d'une épidémie sur la conduite du chantier

Selon les recommandations des US Centers for Disease Control and Prevention [MMWR 1997], si la découverte d'un

seul cas peut déjà entraîner des investigations, celles-ci deviennent nécessaires lors de la survenue de deux cas regroupés dans le temps et dans l'espace.

Pour mener à bien la surveillance et déclencher une conduite à tenir (**Figure 4**), il est nécessaire de définir ce qu'est une aspergillose ou autre infection fongique invasive d'une part et le caractère nosocomial d'autre part. Ainsi, ces étapes doivent être réalisées avec les compétences de l'ensemble des disciplines concernées (disciplines cliniques, hygiène, mycologie etc.) sous l'égide du CLIN ou de la cellule aspergillose si elle existe.

#### a) Définition de l'aspergillose invasive et plus généralement des IFI

Elles ont récemment été actualisées dans le cadre des groupes de travail internationaux EORTC/MSG et sont rapportées en annexe [DE PAUW 2008].

#### b) Définition du caractère nosocomial

Une infection est qualifiée de nosocomiale lorsqu'elle est associée à des soins effectués dans un établissement de santé.

Un cas d'aspergillose invasive est reconnu comme nosocomial s'il survient au cours ou au décours d'une hospitalisation, n'étant ni présent ni en incubation lors de l'admission à l'hôpital. Ces critères sont difficiles à apprécier en raison d'un délai d'incubation mal connu et variable, de plusieurs jours à trois mois selon les études.

Les deux situations les plus fréquentes sont :

Tableau XIV - Récapitulatif des domaines de responsabilités en période de travaux dans un centre hospitalier.

Domaines de responsabilité	Intervenants	Validation	Gestion des anomalies
<b>Analyse des impacts</b>	Direction CLIN-EOH	Direction CLIN-EOH	
<b>Mesures de prévention</b>	Direction CLIN-EOH	Direction (prise de décision) CLIN-EOH	
<b>Suivi des travaux :</b>			
• mesures concernant les entreprises	Direction	Direction CLIN-EOH Entreprises	Direction CLIN-EOH Entreprises
• mesures concernant le secteur médical	Chef de pôle Chef de service Cadre	CLIN-EOH Chef de pôle Chef de service Cadre	Direction CLIN-EOH Chef de pôle Chef de service Cadre
<b>Surveillance environnementale :</b>			
• entretien et maintenance des systèmes de protection (traitement de l'air...)	Direction EOH	Direction CLIN-EOH	Direction
• contrôles et analyses des résultats	EOH Laboratoires	EOH Laboratoires	CLIN-EOH
<b>Suivi épidémiologique des cas, investigation de cas groupés</b>	CLIN-EOH- Cellule aspergillose Chef de pôle Chef de service Cadre Laboratoires	CLIN-EOH-Cellule aspergillose Chef de pôle Chef de service Cadre	CLIN-EOH-Cellule aspergillose Chef de pôle Chef de service Cadre

- le caractère nosocomial est exclu, lorsque le patient est hospitalisé avec un diagnostic déjà posé ou des signes déjà présents à l'hospitalisation ;
- le caractère nosocomial est considéré comme possible, lorsque les signes diagnostiques apparaissent chez des patients hospitalisés depuis au moins sept jours.

**c) Quand faire un signalement interne ?**

Les aspergilloses invasives et autres IFI, prouvées et probables, dont le caractère nosocomial possible est admis

collégalement (entre les cliniciens, le CLIN et/ou la cellule aspergillose) doivent faire l'objet d'un signalement interne (**Tableau XV**).

**d) Quelle conduite proposer lors d'un signalement interne ?**

Il faut :

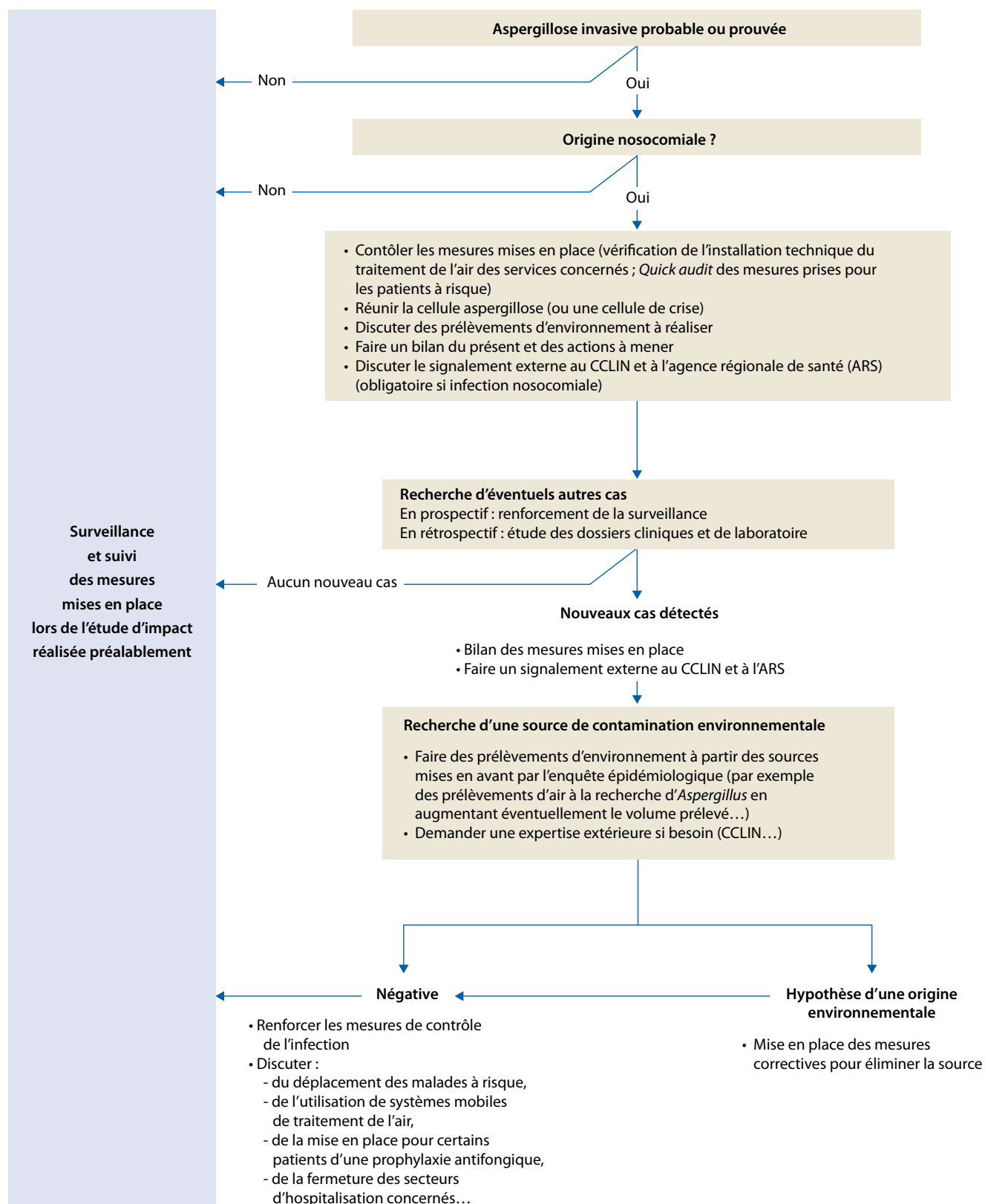
- S'assurer que les patients à risque bénéficient d'une protection adaptée (particulièrement si des travaux sont en cours à proximité).

Tableau XV - Quand faire un signalement externe ?

Classification diagnostique de l'infection fongique invasive selon l'EORTC	Caractère nosocomial	Signalement
IFI possible	exclu possible	- -
IFI probable	exclu possible	- Signalement à discuter en CLIN
IFI prouvée	exclu possible	- Signalement systématique

EORTC :

Figure 4 - Conduite à tenir devant la déclaration au CLIN d'un cas d'aspergillose invasive lors de travaux.



- Rechercher d'éventuels autres cas :
  - en prospectif : mise en place ou renforcement de la surveillance des nouveaux cas d'IFI parmi les patients hospitalisés ;
  - en rétrospectif : à partir des données mycologiques, histologiques, de la pharmacie ;
- Si aucun autre nouveau cas n'est signalé, reprendre la surveillance normale et les protocoles en vigueur dans les unités à risques ;
- Si de nouveaux cas sont détectés, il faut entreprendre une enquête environnementale pour chercher à localiser la source de la contamination soit :
  - analyser les procédures d'hygiène mises en place et l'installation technique du traitement de l'air des services concernés doit être impérativement vérifiée ;
  - réaliser des prélèvements (air et/ou surfaces), dans les lieux où *Aspergillus* et les autres moisissures pourraient se développer. Compte tenu de la fugacité du nuage aspergillaire, la contamination des surfaces est plus significative que la présence des spores aspergillaires dans l'air ;
  - en fonction des résultats des isollements, une analyse de typage peut être discutée pour comparer les souches issues des patients et celles de l'environnement (ces analyses sont complexes et demandent un grand nombre de prélèvements sur une période longue pour que les résultats soient interprétables. Dans l'état actuel de l'art, l'apport de la biologie moléculaire dans l'investigation des cas groupés d'aspergillose invasive est souvent décevant. Une source de contamination commune n'est en effet pas démontrable par ces méthodes dans la grande majorité des cas. Ceci n'écarte pas pour autant le caractère nosocomial éventuel de l'infection. L'identité de souche entre patients et environnement ou entre patients entre eux, lorsqu'elle est démontrée avec une technique pertinente, peut constituer un argument mais pas une preuve). Actuellement, le recours aux techniques de biologie

moléculaire n'est pas recommandé en routine, en dehors de protocoles ou d'études épidémiologiques spécifiques ;

- si aucune source de contamination à partir de l'environnement ne peut être détectée, les procédures d'hygiène et la vérification de l'installation technique du traitement de l'air des services concernés doivent être systématiques pour identifier des failles à combler ou des points à améliorer.

- Le déclenchement d'une enquête doit être une démarche prévue soit par le CLIN, soit par la direction de la gestion des risques, voire le comité des vigilances s'il a été créé, ou par une autre structure existante (direction ou observatoire des risques par exemple).

- Après analyse, si une ou plusieurs infections apparues ont été confirmées comme étant directement liées aux travaux, elles doivent faire l'objet d'un **signalement externe auprès de la direction territoriale de l'agence régionale de santé et du centre de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales de l'inter-région**, comme prévu par le décret n° 2001- 671 du 26 juillet 2001.

#### 4. c. Références bibliographiques

- DE PAUW B, WALSH TJ, DONNELLY JP, STEVENS DA, EDWARDS JE, CALANDRA T, PAPPAS PG, MAERTENS J, LORTHOLARY O, KAUFFMAN CA, DENNING DW, PATTERSON TF, MASCHMEYER G, BILLE J, DISMUKES WE, HERBRECHT R, HOPE WW, KIBBLER CC, KULLBERG BJ, MARR KA, MUÑOZ P, ODDS FC, PERFECT JR, RESTREPO A, RUHNKE M, SEGAL BH, SOBEL JD, SORRELL TC, VISCOLI C, WINGARD JR, ZAOUTIS T, BENNETT JE; EUROPEAN ORGANIZATION FOR RESEARCH AND TREATMENT OF CANCER/INVASIVE FUNGAL INFECTIONS COOPERATIVE GROUP; NATIONAL INSTITUTE OF ALLERGY AND INFECTIOUS DISEASES MYCOSES STUDY GROUP (EORTC/MSG) CONSENSUS GROUP. Revised definitions of invasive fungal disease from the European Organization for Research and Treatment of Cancer/Invasive Fungal Infections Cooperative Group and the National Institute of Allergy and Infectious Diseases Mycoses Study Group (EORTC/MSG) Consensus Group. Clin Infect Dis 2008; 15; 46(12): 1813-1821.
- Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003. Centers for Disease Control and Prevention. MMWR Recomm Rep 2004; 53(RR-3): 1-36.



#### Liste des annonceurs

Anios (p. 12) - Airinspace (p. 22) - Carefusion (2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> de couv.) - Gifrer (3<sup>e</sup> de couv.) - Gilbert (p. 38) - Gojo (p. 3)  
Pall (p. 4) - Solvirex (p. 11) - THX (p. 20 et p. 47)

## Conclusions - Perspectives

Ce guide répond au besoin exprimé par les établissements de santé de pouvoir disposer d'un document pratique définissant les modalités d'évaluation et de gestion du risque fongique secondaire à la réalisation de travaux en établissement de santé.

Ce rapport est le fruit de la synthèse des données de la littérature, souvent très dispersées, et de l'avis de professionnels ayant été confrontés sur le plan médical, technique et administratif à la gestion de ce risque. De cette confrontation, sont issues des recommandations consensuelles, validées par un groupe de relecture, dont une partie repose sur des éléments de preuve totalement validés et une autre, majoritaire, relève de l'expérience pratique et du bon sens.

L'empirisme de certaines mesures, même s'il s'appuie sur des acquis « de terrain », traduit indiscutablement un manque d'investissement de recherche sur la prévention et la gestion des risques environnementaux en milieu hospitalier.

Il est important d'identifier les principales voies d'amélioration envisageables pour une meilleure gestion du risque infectieux fongique.

Toutes les étapes de l'analyse de risque sont concernées :

**1. L'identification des dangers**, avec un besoin d'améliorer les moyens d'identification et de quantification de la contamination fongique dans l'air et sur les surfaces. Les outils mycologiques actuels sont spécifiques mais sont mal adaptés à une gestion en temps réel du risque. L'utilisation de la biologie moléculaire ou de la protéomique, le développement de capteurs atmosphériques identifiant les spores fongiques pourrait être d'un grand apport.

**2. La relation entre l'exposition et l'infection**, avec en particulier la définition d'un seuil de risque est un point fondamental qu'il serait nécessaire d'explorer, soit sur des modèles expérimentaux, soit par une analyse prospective de la contamination et de l'incidence des cas dans les secteurs exposés. La comparaison des conséquences d'expositions répétées mais faibles *versus* une exposition importante et unique mériterait d'être appréhendée, comme pour les autres polluants organiques ou chimiques de l'environnement.

**3. La quantification et la gestion du risque** lié aux travaux et d'une façon plus générale, lié au risque fongique aéroporté, relève encore d'une méthodologie empirique, alors que des outils mathématiques existent, sous forme de modèles prédictifs probabilistes ou de matrices exposition/risque.

**4. Les moyens de prévention de l'exposition**, qu'ils soient physiques ou physico-chimiques sont peu nombreux, souvent mal adaptés au contexte hospitalier et insuffisamment validés. Dans ce domaine le développement de partenariats industriels nous semble essentiel, de façon à pouvoir bénéficier d'expériences et de moyens acquis dans d'autres domaines de la prévention environnementale (agroalimentaire, bâtiment, transport) et à créer des outils ou des méthodes applicables dans les établissements de santé.

**5. Enfin, la communication sur le risque fongique**, élément-clé de l'appréciation et de la gestion de ce risque, reste encore insuffisante et imprécise, que ce soit en interne, auprès des personnels de santé ou auprès de la population exposée.



