



EAU • BÂTI • AIR • RISQUE INFECTIEUX

Quand votre bloc opératoire
prend l'eau :

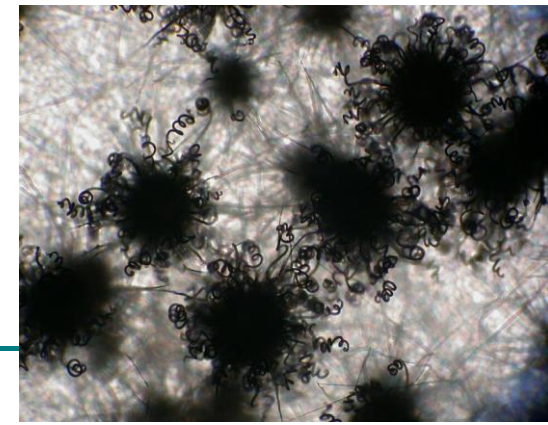
Retour d'expériences et gestion du risque

Dr Loïc SIMON, CPias Grand Est

DÉCLARATION DE LIENS D'INTÉRÊT AVEC LA PRÉSENTATION

Intervenant : Loïc SIMON

☒ Je n'ai aucun lien d'intérêt



INTRODUCTION (1/4) : le risque fongique invasif

Le risque fongique au bloc opératoire concerne principalement les moisissures filamenteuses opportunistes, au premier rang desquelles *Aspergillus fumigatus*, un champignon filamenteux ubiquitaire dont les spores, en suspension dans l'air, sont naturellement inhalés sans conséquence chez le sujet sain.

Chez un patient fragile, l'inhalation de spores ou le contact avec un site opératoire ouvert peut déclencher une **infection fongique invasive**, comme la mucormycose et l'aspergillose invasive, dont la létalité peut dépasser 50 % selon l'organisme en cause et le profil du patient.

Ce risque est distinct du risque bactérien classique des infections du site opératoire : il répond à une logique propre, liée à la contamination de l'air et des surfaces par des spores fongiques.



SPORES

Air et surfaces : une contamination invisible peut représenter un risque pour le patient.

Aspergillus sp., tête aspergillaire au microscope. Photo CDC/PHIL, domaine public.

Sources : SF2H, Qualité de l'air au bloc opératoire, 2015 ; CDC, Guidance for Healthcare-Associated Mold Outbreaks.

INTRODUCTION (2/4) : populations à risque

Trois populations concentrent l'essentiel du risque d'infection fongique invasive et justifient une vigilance ciblée :



IMMUNODÉPRIMÉS

Chimiothérapie, corticothérapie prolongée, aplasie.



GREFFÉS

Greffe d'organe solide ou de cellules souches hématopoïétiques.



IMPLANTS / PROTHÈSES

Une contamination peropératoire peut-être difficile à éradiquer.

INTRODUCTION (3/4) : trois piliers de prévention

La prévention du risque fongique au bloc opératoire repose sur trois piliers complémentaires :



QUALITÉ DE L'AIR

Traitement d'air adapté
au niveau de risque.



SURVEILLANCE

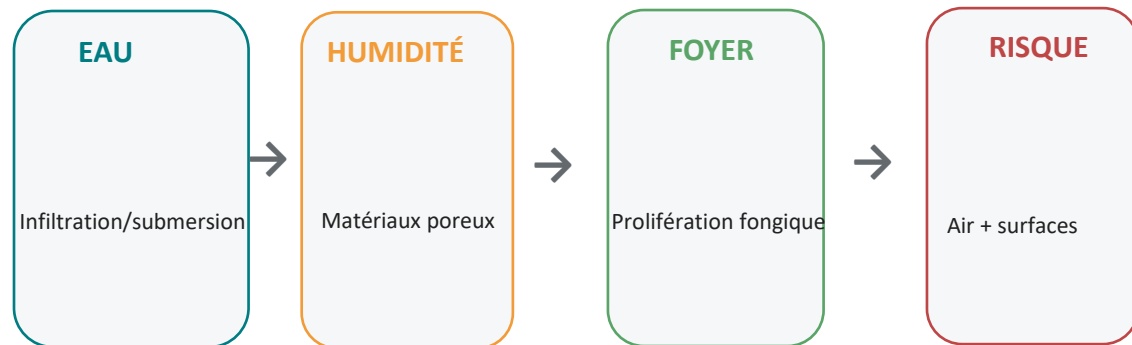
Prélèvements ciblés
selon l'analyse de risque.



TRAVAUX

Anticiper les chantiers
et atteintes du bâti.
Analyse a priori

De l'eau au risque fongique



INTRODUCTION (4/4) : de l'inondation au réservoir fongique

Une inondation, qu'elle résulte d'une crue, d'un refoulement de réseau ou d'un dégât des eaux répété, transforme durablement l'environnement bâti en réservoir fongique. L'eau imprègne les matériaux poreux, plâtre, isolants, faux plafonds, et c'est le séchage incomplet ou différé qui conditionne l'ampleur de la prolifération fongique ultérieure.

Le repère opérationnel : un matériau submergé qui ne peut pas sécher complètement en 48 à 72 heures, avec un taux d'humidité supérieur à 20 %, doit être écarté. Ce seuil distingue un local récupérable d'un local à déconstruire.

Le caractère itératif des infiltrations aggrave spécifiquement le risque : l'humidité résiduelle entretient des foyers fongiques chroniques, invisibles derrière les cloisons ou dans les gaines de ventilation.

REPÈRE OPÉRATIONNEL

Séchage incomplet ou différé = risque de réservoir fongique persistant.



*Moisissures sur cloison après infiltration d'eau prolongée.
Photo Wikimedia Commons.*

Risque 4 → ISO 5 / M1
Risque 3 → ISO 7 / M10
Risque 2 → ISO 8 / M100

À RETENIR

La classe de risque guide les objectifs de propreté et de traitement d'air.

Nouvelle norme en
préparation (2026) avec HR

RAPPEL NORMATIF

La qualité de l'air des zones à environnement maîtrisé du bloc opératoire est encadrée en France par la **norme NF S90-351 (avril 2013)**, complétée par les normes **NF EN ISO 14644-1** (classification particulaire) et **NF EN ISO 14698-1** (biocontamination).

Chaque salle est rattachée à une classe de risque de 2 à 4 selon l'acte pratiqué. Cette classe fixe conjointement l'objectif de propreté particulaire (classe ISO), l'objectif de propreté microbiologique (classe M, en UFC/m3) et le taux de brassage horaire de l'installation de traitement d'air.

Le contrôle des surfaces ne répond à aucune obligation réglementaire spécifique : il relève d'une analyse de risque locale, notamment pour le risque fongique.

Classes de risque et objectifs associés (NF S90-351, 2013)

4, très haut risque	ISO 5	M1 (≤ 1)	≥ 6 vol/h, flux unidirectionnel
3, haut risque	ISO 7	M10 (≤ 10)	≥ 15 vol/h
2, risque modéré	ISO 8	M100 (≤ 100)	≥ 10 vol/h

Exemples : salle d'orthopédie prothétique = classe 4 ; salle polyvalente, ORL, digestive, cardio-vasculaire = classe 3 ; SSPO, SSPI, circulations = classe 2.

CONTEXTE

UN PREMIER CAS

**Quand une atteinte du bâti
vient perturber le bloc opératoire**

Il était une fois un hôpital du Grand Est avec une activité
chirurgicale variée :
Orthopédie, digestif, gynéco-obstétrique...



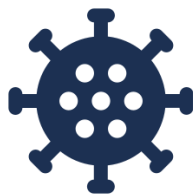
CONTEXTE

DÉCLENCHEUR

Défauts d'étanchéité du toit-terrasse + forte pluie orageuse.

Toit terrasse d'un hôpital présentant des défauts d'étanchéité
+ forte pluie orageuse





PROBLÉMATIQUE

Comment sécuriser l'environnement tout en maintenant une activité chirurgicale adaptée ?

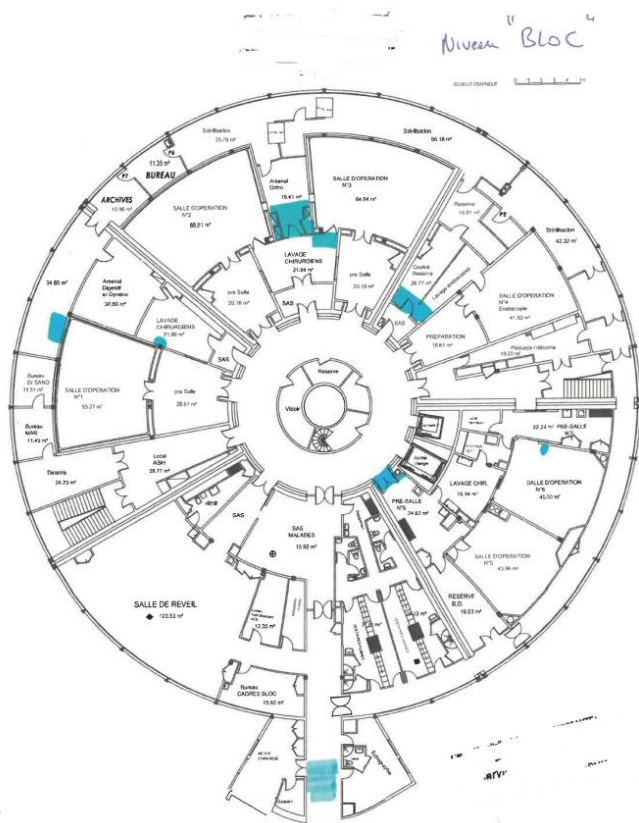
EAU



CONTAMINATION



ACTIVITÉ



CONSÉQUENCES

Dans le cadre d'infiltrations d'eau particulièrement importantes

- objectif : rouvrir à court terme certaines salles comme les salles 1 et 6. Par contre les salles 2 et 3 ne sont pas réutilisables à court terme.

CONTAMINATION

Champignons et bactéries identifiés dans plusieurs salles.

MESURES CONSERVATOIRES

Fermeture des salles sauf les salles 4 et 5.

IMPACT SUR L'ACTIVITÉ

Limitation de l'activité et transferts de patients.



ACTIONS CORRECTIVES

- 1° Mise en place d'une cellule de crise ES, ARS et CPias
- 2° Réalisation en urgence par les services techniques de travaux permettant de limiter l'inondation

Après intervention du service technique :



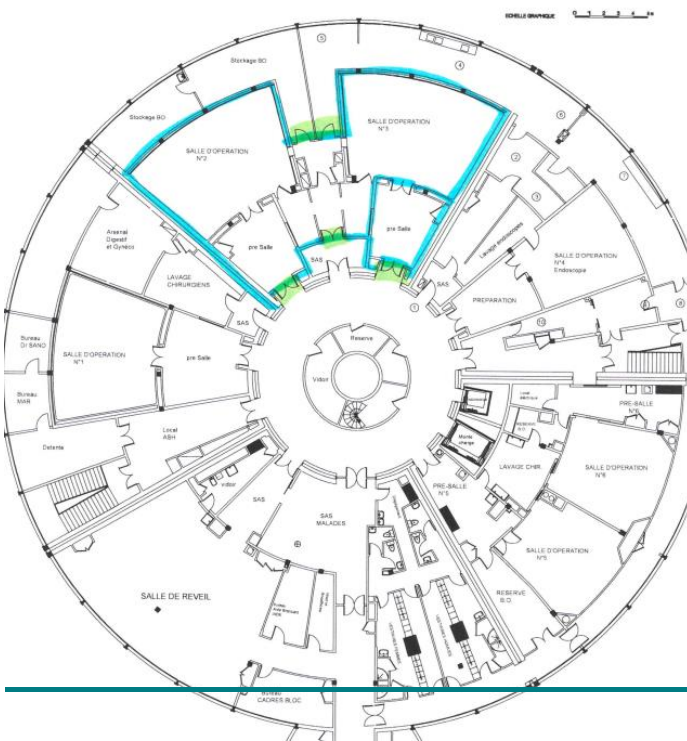
Mise en place de bâches



Décider • coordonner • documenter

ACTIONS CORRECTIVES

2° Travaux d'urgence (suite) : confinement des salles les plus affectées



TRAVAUX D'URGENCE

Confinement des salles les plus affectées.

ACTIONS CORRECTIVES

3° Stratégie exceptionnelle d'échantillonnage des **analyses environnementales** à réaliser au bloc opératoire

OBJECTIVER LE RISQUE

Stratégie exceptionnelle d'échantillonnage
environnemental au bloc opératoire.

Résumé des prélèvements à réaliser

Le soutien d'une société extérieure pour la réalisation de ces prélèvements peut être apportée à l'établissement

1/ Air :

- comptage particulaire :
 - o à faire chaque semaine dans les salles 4 et 5 puis 1 et 6
 - o peu d'intérêt à être réalisé dans la circulation du bloc opératoire. Les objectifs à atteindre sont différents (voir tableaux précédents) : classe de risque 2 soit ISO8.
- taux de brassage ou épuration : à faire au moins 1 fois dans les quatre salles
- microbiologie :
 - o sur la table et le proche environnement : à faire chaque semaine dans les salles ouvertes
 - o en sortie de bouche ou de flux laminaire : à faire au moins 1 fois dans les quatre salles

2/ Surface : aucune obligation

Note : l'ensemble de ces prestations pourront être réalisées part des entreprises extérieures. Elles devront se conformer à la réglementation et à l'utilisation des normes éprouvées comme la **NF S 90-351 (2013)**. Les méthodes de prélèvements sont définies :

Paramètre(s) contrôlé(s)	Méthode
Flore Totale de l'air	NF EN ISO 14698-1
Flore total des surfaces	NF EN ISO 14698-1
Comptage(s) particulaire(s)	NF EN ISO 14644-1
Séparation(s) de zones à risque	NF EN ISO 14644-3
Vitesse d'air zone sous flux	NF EN ISO 14644-3
Taux de brassage horaire	NF EN ISO 14644-3
Cinétique de décontamination	NF EN ISO 14644-3
Pression acoustique	NF EN ISO 15726
Température	NF EN ISO 14644-3
Hygrométrie relative	NF EN ISO 14644-3

VISUALISER • PRÉLEVER • DÉCIDER

ACTIONS CORRECTIVES

AIR

Date de prélèvement : 14/08/2024 Heure de prélèvement : 08H00-11H45
Date d'arrivée au laboratoire : 14/08/2024 Heure d'arrivée au laboratoire : 13H00
Date d'incubation : 14/08/2024 Heure d'incubation : 13H00

NF S90-351 Etablissements de santé - Zones à environnement maîtrisé - Exigences relatives à la maîtrise de la contamination aéroportée	Classe de propreté microbiologique	Concentration maximale en nombre de particules viables (germes totaux) par m³ d'air (UFC/m³)	Éléments fongiques (UFC/m³)
	M100	100	Éléments fongiques potentiellement pathogène < 1 UFC/m³
	M10	10	
	M1	1	
Il est recommandé d'identifier la présence éventuelle de champignon filamentueux pathogènes (exemple: <i>Aspergillus</i> sp)			

N° interne	Lieu de prélèvement	Point de prélèvement	Classe de propreté microbiologique	Germes totaux (UFC/m³)	Éléments fongiques (UFC/m³)	Motif du contrôle	Conformité des résultats sans tenir compte de l'incertitude associée
240812006	BLOC OPERATOIRE	SALLE 1 URGENCE	M10	ENVAHIT Micrococcus luteus Staphylococcus saprophyticus Moissures non identifiées	ENVAHIT Moissures non identifiées	MENSUEL	NON
240812007	BLOC OPERATOIRE	SALLE 4	M10	7 Micrococcus luteus Germe non identifié Moissures non identifiées	ENVAHIT Moissures non identifiées	MENSUEL	NON
240812008	BLOC OPERATOIRE	SALLE 5	M10	2 Staphylococcus aureus Staphylococcus epidermidis	0	MENSUEL	OUI
240812009	BLOC OPERATOIRE	SALLE 6	M10	1 Bacillus cereus	0	MENSUEL	OUI
240812023	USC	PHARMACIE	M10	ENVAHIT Enterobacter brevis Staphylococcus saprophyticus Brevibacterium vulgare Moissures non identifiées	ENVAHIT Moissures non identifiées	MENSUEL	NON
240812024	BLOC OPERATOIRE	SSI	M10	ENVAHIT Chryseobacterium hominis Bacillus infantis Micrococcus luteus Germe non identifié Moissures non identifiées	ENVAHIT Moissures non identifiées	MENSUEL	NON
240812025	BLOC OPERATOIRE	ARSENAL	M10	ENVAHIT Sphingomonas sp Micrococcus luteus Acinetobacter baumannii Moissures non identifiées	ENVAHIT Moissures non identifiées	MENSUEL	NON
240812026	BLOC OPERATOIRE	COULOIR DU BLOC	M10	ENVAHIT Moissures non identifiées	ENVAHIT Moissures non identifiées	MENSUEL	NON
240812027	BLOC OPERATOIRE	SALLE 2	M10	ENVAHIT Bacillus pumilus Moissures non identifiées	ENVAHIT Moissures non identifiées	MENSUEL	NON

21/08/2024

Localisation : BLOC - Salle 5 Surface (m2) : 43,9

Date/Heure contrôle : 02/04/2024 à 16h Préleveur : ██████████

Type de contrôle : Qualification de performance d'une ZEM - NF S 90-531 - "Établissements de santé - Zones à environnement maîtrisé - Exigences relatives à la maîtrise de la contamination aéroportée" - 2013

Classe attendue : ISO 7 Zone à risque : 3

La qualification est effectuée : Au repos, au minimum 1h après le dernier bio-nettoyage de la salle

Conforme Niveau d'alerte Action Non réalisé

Paramètre(s) contrôlé(s)	Méthode	Résultat(s)	Valeur(s) de référence
Flore Totale de l'air	NF EN ISO 14698-1	Conforme	≤ 10 Absence de MO*
Flore total des surfaces	NF EN ISO 14698-1	Conforme	≤ 5 Absence de MO*
Comptage(s) particulaire(s)	NF EN ISO 14644-1	ISO 7	Conforme ISO 7
Séparation(s) de zones à risque	NF EN ISO 14644-3	15,2	Conforme 10 à 20
Vitesse d'air zone sous flux	NF EN ISO 14644-3	0,2	Action 0,25 à 0,35
Taux de brassage horaire	NF EN ISO 14644-3	10	Action ≥ 15
Cinétique de décontamination	NF EN ISO 14644-3	15	Action < 10
Pression acoustique	NF EN ISO 15726	34	Conforme < 48
Température	NF EN ISO 14644-3	20,2	Conforme 19 à 26
Hygrométrie relative	NF EN ISO 14644-3	38,22	Conforme < 70

ACTIONS CORRECTIVES



4° Mise en place d'**Unité mobile de destruction des micro-organismes aéroportés** dans les deux salles en fonctionnement (1)

5° Réalisation de travaux d'étanchéité du toit terrasse par société extérieure

6° Reconditionnement de toutes les salles après travaux conséquents

7° Réouverture des salles et reprise d'activité normale plusieurs mois après l'inondation avec certaines conséquences :

(1) Les épurateurs d'air : état des lieux, choix et installation, SIMON L., ADJIDE C. C., BARON R., GRANDBASTIEN B., LESTREZ C., VANDRIESSCHE S., Salles Propres n°129, 2021, 67-71

BILAN

COÛT

Travaux, locations, reconditionnement.

DÉMOTIVATION

Impact sur les équipes.

DÉSORGANISATION

Activité, transferts, offre de soins.

IMAGE

Impact pour l'établissement.

→ Reprise d'activité normale plusieurs mois après l'inondation

CONTEXTE

UN SECOND CAS

Une fuite banale peut devenir
un problème durable

Il était une fois un autre hôpital du Grand Est
avec une activité encore plus importante





Photo d'illustration

CONTEXTE

06/07/2022

Prélèvements air + surfaces

CONSTAT

Contamination diffuse des surfaces par *Chaetomium* sp. ; air faiblement contaminé en SSPI.

Début de l'histoire :

Dans le cadre de fuite(s) d'eau survenue(s) en 2022 et limitée(s) au bloc opératoire liée(s) à la condensation d'armoire de climatisation, des prélèvements d'air et de surface réalisés le 06/07/2022 identifient une contamination diffuse des surfaces par *Chaetomium* sp. L'air est faiblement contaminé en SSPI uniquement.

RISQUE TRÈS FAIBLE... MAIS NON NUL

CONTEXTE

L'analyse du risque en santé humaine de la présence environnementale de *Chaetomium globosum* montre un **risque très faible mais non nulle** car :

- lié à la présence de patients particulièrement immunodéprimés dans cet établissement
- à risque d'allergie respiratoire chez les patients mais aussi les professionnels (syndrome des bâtiments malsains)

PATIENTS

Présence de patients
Particulièrement
immunodéprimés.

PROFESSIONNELS

Risque d'allergie respiratoire /
syndrome des bâtiments malsains.



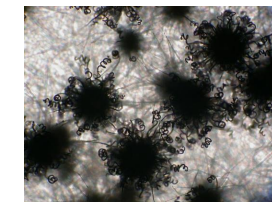


Photo d'illustration

ACTIONS CORRECTIVES

- 1° Mise en place d'une **cellule de crise interne** à l'ES
- 2° **Réalisation de nombreux travaux** permettant de limiter l'inondation

Exemples de mesures (liste non exhaustive) :

- Déplacement des gestes invasifs des SSPI vers des salles d'opération dédiées
- Appareils de traitement d'air mobile loués
- Renforcement du bionettoyage de routine
- Correction des pressions
- Extension des investigations : visuel / microbiologique
- Plan d'information
- Travaux successifs sur les 4 SSPI fin août : étanchéité à l'air, réparation porte, correction des défauts de pression, remplacement préventif des conduites d'eau...
- Dépose des faux-plafonds, inspection

CELLULE DE CRISE

Organisation interne

TRAVAUX

Limiter l'inondation

AIR

Appareils mobiles

BIO-NETTOYAGE

Renforcer la routine

PRESSION

Corriger les écarts

INVESTIGATIONS

Visuel + microbiologique



Photo d'illustration

ACTIONS CORRECTIVES

3° Résultats observés :

Malgré la mise en oeuvre d'actions appropriées et justifiées mais sans réelle organisation établie, les résultats obtenus et observés ne sont pas satisfaisants avec une **persistance des contaminations environnementales par le champignon**. La probable présence d'une humidité résiduelle importante et difficile à localiser expliquerait la persistance de la contamination fongique.

4° Bilan final :

Cette contamination fongique, déclenchée par une **fuite initiale banale**, s'est révélée durable, complexe et multiforme, affectant des locaux critiques du parcours péri-opératoire. Malgré des investigations systématiques et extensives, et des mesures successives de bionettoyage, de contrôle technique, de ventilation et de désinfection, aucune source unique n'a pu être formellement identifiée ni la contamination éradiquée.

RÉSULTAT

Persistance des contaminations environnementales malgré des actions appropriées.

HYPOTHÈSE

Humidité résiduelle importante et difficile à localiser.

BILAN

Aucune source unique formellement identifiée ; contamination non éradiquée.

DISCUSSION

Un risque non homogène : il se concentre sur les patients immunodéprimés et la chirurgie implantaire, ce qui justifie une approche graduée plutôt qu'une exigence uniforme sur tous les secteurs interventionnels.

Une aggravation spécifique en cas d'épisodes itératifs : l'humidité résiduelle entretient des foyers fongiques chroniques invisibles, cloisons, faux plafonds, gaines de ventilation, qu'un simple nettoyage de surface ne suffit plus à éliminer.

Un réseau de ventilation à évaluer : la proximité du bloc opératoire avec une zone sinistrée impose d'évaluer les réseaux de ventilation, un point d'infiltration pouvant contaminer l'air pulsé vers des locaux protégés situés à distance.

Une limite à souligner : aucune recommandation française, SF2H ou REPIA, n'est aujourd'hui spécifiquement dédiée à la gestion des inondations hospitalières ; les repères de délai de séchage, 48 à 72 heures, proviennent du CDC/HICPAC, à recouper avec une doctrine locale.

Risque non homogène

Approche graduée selon patients et chirurgie.

Épisodes itératifs

L'humidité résiduelle entretient des foyers chroniques.

Ventilation

Évaluer les réseaux proches d'une zone sinistrée.

Limite

Pas de recommandation française spécifique aux inondations hospitalières.

Sources : Spilf/SF2H, Risque infectieux fongique et travaux en établissements de santé ; CDC/HICPAC, Guidelines for Environmental Infection Control ; CDC, Guidance for Healthcare-Associated Mold Outbreaks.

TROIS IDÉES À RETENIR

01

GRADUER

Adapter la prévention au risque réel.

02

CHERCHER L'HUMIDITÉ

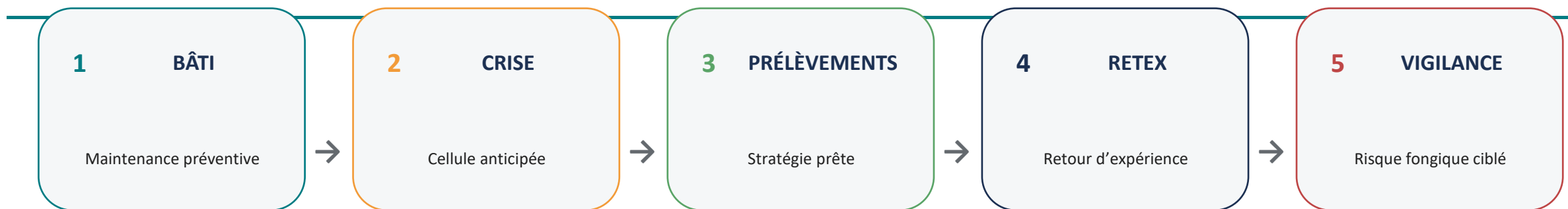
Un nettoyage de surface ne suffit pas toujours.

03

PRÉPARER LA CRISE

Bâti, ventilation, prélèvements et coordination.

CONCLUSION



Comment prévenir ce type d'accident ?

1° Maintenance préventive du bâti : contrôle périodique de l'étanchéité des toitures et terrasses, en particulier au-dessus des zones à environnement maîtrisé, et surveillance renforcée avant les épisodes orageux

2° Cellule de crise anticipée : procédure de mobilisation conjointe établissement, ARS et CPias, définie avant la survenue d'un événement indésirable environnemental

3° Stratégie d'échantillonnage prête à l'emploi : plan de prélèvements air et surfaces prédéfini pour objectiver rapidement le risque et sécuriser la reprise d'activité salle par salle

4° Retour d'expérience formalisé : partage du RETEX avec les équipes du bloc, la direction et les tutelles pour ajuster durablement la gestion du risque bâtiminaire

5° Vigilance fongique ciblée : recherche d'*Aspergillus* sp priorisée dans les secteurs à patients immunodéprimés, évaluation systématique des réseaux de ventilation proches d'une zone sinistrée, et signalement précoce de tout cas ou cluster suspect sans attendre la confirmation mycologique

DOCUMENTS CITÉS

SF2H • CDC/HICPAC • Spilf/SF2H • ANSES



<https://www.anses.fr/system/files/AIR2014SA0016Ra.pdf>

CPias Grand Est • cpias-grand-est.fr



<https://www.anses.fr/system/files/AIR2018SA0011Ra.pdf>