

**Décontamination
microbienne
des systèmes
de ventilation**



**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

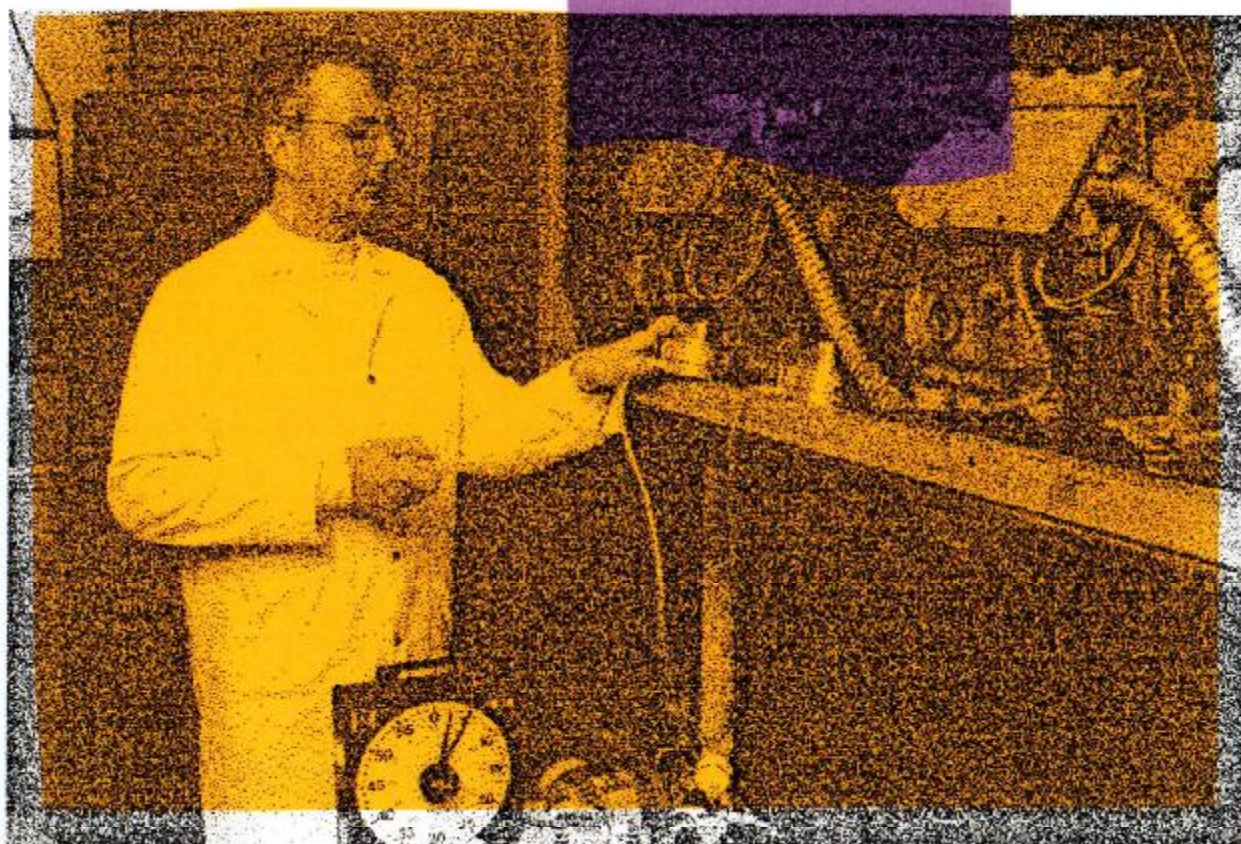
Jacques Lavoie

Paul Comtois

Octobre 1992

R-060

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et subventionne des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut, en téléphonant au 1-877-221-7046.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications ou gratuitement sur le site de l'Institut.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
1992

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail
Octobre 1992.

Décontamination microbienne des systèmes de ventilation

Jacques Lavoie
Programme soutien analytique, IRSST

Paul Comtois
Groupe de recherches aérobiologiques,
Université de Montréal

ÉTUDES ET
RECHERCHES

RAPPORT

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

© Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, octobre 1992.

4^e trimestre 1992.

TABLE DES MATIÈRES

Page

RÉSUMÉ	i
INTRODUCTION	1
État des connaissances	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	7
Site d'échantillonnage	7
Fréquences de prélèvements	7
Protocole expérimental	8
Méthodologie et instrumentation	10
Analyse statistique des résultats	13
RÉSULTATS ET DISCUSSION	15
CONCLUSION	25
BIBLIOGRAPHIE	27

LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 :	Caractéristiques de quelques bioaérosols communs	2
TABEAU 2 :	Réservoirs potentiels de bioaérosols dans un édifice	4
TABEAU 3 :	Caractéristiques de quelques biocides communs	6
TABEAU 4 :	Identification et dénombrement des bactéries aéroportées prélevées dans les systèmes de ventilation	17
TABEAU 5 :	Identification et dénombrement des bactéries aéroportées prélevées dans différents départements	18
TABEAU 6 :	Identification et dénombrement des moisissures aéroportées prélevées dans les systèmes de ventilation	19
TABEAU 7 :	Identification et dénombrement des moisissures aéroportées prélevées dans différents départements	20

RÉSUMÉ

L'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) recommande, dans le but de contrôler les concentrations anormalement élevées de bioaérosols, d'éliminer dans les systèmes de ventilation les sources d'eau stagnante, de supprimer les substrats et les foyers de croissance microbienne et d'avoir un programme d'entretien efficace. Évidemment, il existe plusieurs procédés de nettoyage pour supprimer les substrats et les foyers de croissance. Le nettoyage des conduits et des surfaces contaminées avec des aspirateurs munis de filtres à haute efficacité (HEPA), la désinfection chimique aux hypochlorites et le nettoyage des unités des systèmes à la vapeur n'en sont que quelques uns. Par ailleurs, la littérature scientifique ne mentionne pas à quelles fréquences ces nettoyages doivent être réalisés.

Une recherche a donc été entreprise dans le but d'évaluer certaines mesures de correction pour diminuer la flore aéromicrobienne (bactéries et moisissures saprophytiques) en comparant les populations intérieures et extérieures d'une buanderie qui nettoie le linge de trente centres hospitaliers et de vérifier dans le temps si ces mesures demeurent efficaces.

Les prélèvements d'air de l'extérieur et des trois systèmes de ventilation ont été réalisés avec un échantillonneur Burkard (Jet spore) alors que les six postes de travail ont été échantillonnés avec des appareils Andersen N-6. Les échantillons ont été prélevés au moins deux fois par jour, lors de quatre interventions. Chaque intervention correspond à une journée.

Après avoir constaté des différences statistiquement significatives ($p \leq 0,05$) au niveau qualitatif et quantitatif entre l'air extérieur et certains postes de travail lors d'une première intervention réalisée au mois de juin 1988, les mêmes endroits ont été réévalués au mois de décembre 1988, soit deux mois après le nettoyage des systèmes aux hypochlorites et après que certaines modifications aient été apportées aux opérations. Les résultats de cette deuxième intervention ont démontré que dans l'air intérieur, il n'y avait plus de concentrations significativement plus élevées et les espèces recensées étaient en général les mêmes que l'air extérieur. Après avoir réalisé l'inspection visuelle complète des systèmes et du milieu de travail, comme le recommande l'ACGIH, une troisième intervention a été réalisée en septembre 1989, deux semaines après le nettoyage complet (aspiration avec filtres HEPA, nettoyage des unités à la vapeur et désinfection aux hypochlorites dilués) des systèmes et des conduits par une firme spécialisée, et le retour aux opérations normales. Les résultats ont démontré qu'il n'y avait, encore une fois, aucune différence significative avec l'air extérieur. Enfin, une quatrième évaluation a été réalisée huit mois plus tard, en mai 1990, pour déterminer la fréquence d'entretien. Aucune différence significative avec l'air extérieur n'a pu être mesurée après cette quatrième intervention.

Il est suggéré de nettoyer les unités des systèmes de ventilation avant l'utilisation de celles-ci, soit au printemps pour la climatisation et à l'automne pour le chauffage. Pour le nettoyage des conduits, la fréquence d'entretien devrait être déterminée par l'inspection visuelle.

INTRODUCTION

Ce projet de recherche provient d'une demande de l'association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur affaires sociales, qui stipulait que l'une des causes de la croissance rapide du problème de l'air vicié dans les édifices était la contamination des conduits d'air et des systèmes de ventilation par les contaminants biologiques. À cause d'une préoccupation conjointe syndicale-patronale concernant la qualité microbienne de l'air dans leur édifice, l'étude s'est déroulée dans une buanderie de la région de Québec qui nettoie le linge provenant d'une trentaine de centres hospitaliers.

- Les objectifs de cette étude sont:
- d'évaluer certaines mesures de correction pour diminuer la flore aéromicrobienne (bactéries et moisissures saprophytiques) en comparant les populations intérieures et extérieures d'une buanderie et, de vérifier dans le temps si ces mesures demeurent efficaces.

État des connaissances

Les bioaérosols sont des particules aéroportées qui originent d'organismes vivants⁽¹⁾. Le diamètre de ces particules varie de $< 0,1$ micromètre (μm) à plus de $100 \mu\text{m}$. Quelques caractéristiques de certains bioaérosols communs sont données au tableau 1. La majorité des bioaérosols sont complexes. Par exemple, l'épiderme humain aéroporté ou les gouttelettes produites par un éternuement transportent des virus et des bactéries. De la même façon, un humidificateur contaminé peut contenir différentes sortes de cellules bactériennes et endotoxines, plusieurs types de spores fongiques, des antigènes et des mycotoxines⁽¹⁾. Les microorganismes saprophytiques, qui comprennent la majorité des champignons et plusieurs bactéries et protozoaires, sont retrouvés dans des réservoirs naturels, habituellement dans les substrats organiques extérieurs, et peuvent être amplifiés et disséminés de ces réservoirs vers des substrats intérieurs⁽¹⁾.

TABLEAU 1 : Caractéristiques de quelques bioaérosols communs⁽¹⁾.

SOURCE	UNITÉ	EXEMPLE	EFFETS SUR LA SANTÉ	TYPE DE VIE	PRINCIPALES SOURCES INTÉRIEURES
	Organismes Spores	<i>Légionella</i> <i>Thermoactino-</i> <i>mycètes</i>	Pneumonie Pneumonite d'hypersensibilité (P.H.)	Parasite facultatif Saprophytique	Tours de refroidissement Eaux ou surfaces chaudes Réservoirs d'eau Procédés industriels
	Produits	Endotoxines Protéases	Fièvre Asthme		
Champi- gnons	Organismes Spores Spores Antigènes Toxines Volatils	<i>Sporobolomy-</i> <i>cètes</i> <i>Alternaria</i> <i>Histoplasma</i> Glycoprotéines Aflatoxines Aldéhydes	P.H. Asthme, rhinite Infections Asthme, rhinite Cancer Irritants	Saprophytique Saprophytique Parasite facultatif	Surfaces moisies Air extérieur Oiseaux Air extérieur Surfaces moisies Surfaces moisies
Protozoaires	Organismes Antigènes	<i>Naegleria</i> <i>Acanthamoeba</i>	Infection P.H.	Parasite facultatif	Réservoirs d'eau Réservoirs d'eau
Virus	Organismes	Influenza	Infection	Parasite obligatoire	Réservoirs d'eau
Algues	Organismes	<i>Chlorococcus</i>	Asthme, rhinite	Autotrophique	Air extérieur
Plantes vertes	Pollen	<i>Ambrosia</i>	Asthme, rhinite	Autotrophique	Air extérieur
Arthropodes	Excréments	Mites	Asthme, rhinite	Phagotrophique	Poussières
Mammifères	Épidémie Salive	Chevaux Chats	Asthme, rhinite Asthme, rhinite	Phagotrophique Phagotrophique	Chevaux Chats

Nous n'avons habituellement aucun contrôle sur la majorité des bioaérosols dans l'environnement extérieur. Cependant nous pouvons souvent contrôler leur présence dans l'environnement intérieur⁽¹⁾.

Les aérosols microbiens ou bioaérosols sont présents dans l'air extérieur durant toute la période saisonnière de croissance de la végétation⁽²⁾. Les concentrations fluctuent de 100 colonies par mètre cube d'air (CFU/m³) à plus de 100,000 CFU/m³ d'air dans certains environnements urbains⁽²⁾. Dans d'autre type d'environnement comme les milieux agricoles, les concentrations peuvent même atteindre 10⁸ CFU/m³ d'air⁽³⁾.

La présence de concentrations anormalement élevées de microorganismes dans l'air intérieur se produit⁽²⁾:

- quand les microorganismes de l'air extérieur pénètrent dans les édifices;

- quand les composantes architecturales des édifices deviennent contaminées;
- quand les microorganismes d'origine humaine ou animale s'accumulent dans des intérieurs mal ventilés.

Les systèmes de ventilation, de chauffage, d'humidification et de climatisation, en remplissant leur première fonction qui est de distribuer de l'air chaud ou froid vers toutes les pièces d'un édifice, sont aussi des moyens efficaces de propagation pour les contaminants présents dans l'air ambiant⁽⁴⁻¹⁰⁾. Si le contaminant est un microbe pathogène, des maladies peuvent alors se déclarer chez les occupants⁽²⁾.

Bien que la relation précise entre des expositions spécifiques à des bioaérosols (bactéries et moisissures) et des symptômes n'ait pas été encore clairement établie⁽¹¹⁾, il est possible de démontrer à l'intérieur d'un édifice la présence de réservoirs disséminateurs de microorganismes⁽¹²⁾. Le tableau 2 indique les différents endroits dans un édifice qui peuvent devenir des réservoirs amplificateurs de bioaérosols^(1, 6, 13, 14).

Un programme de nettoyage des systèmes de ventilation doit avoir comme objectif de garder toutes les composantes propres, tout en utilisant différentes techniques. Les techniques de nettoyage des systèmes de ventilation ne sont pas toutes nécessairement efficaces pour éliminer les sites d'amplification des microorganismes. Entre autres, les biocides utilisés ne sont pas tous efficaces pour éliminer certains microorganismes et plus particulièrement certains types de spores fongiques⁽¹⁾. Le tableau 3 énumère quelques caractéristiques de quelques biocides communément utilisés.

Le comité américain sur les bioaérosols de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists a fait les recommandations suivantes dans le but de contrôler les bioaérosols saprophytiques à l'intérieur des édifices⁽¹⁾:

Éliminer les sources d'eau. Les infiltrations d'eau et la présence d'eau stagnante doivent être éliminées. Un niveau d'humidité relative inférieur à 60 % doit être maintenu.

TABLEAU 2: Réservoirs potentiels de bioaérosols dans un édifice^(1, 6, 13, 14).

ENDROIT	NATURE
1. Serpentina de refroidissement.	L'amplification des microorganismes peut apparaître sur les surfaces mouillées et dans les bassins de drainage.
2. Humidificateurs possédant des réservoirs d'eau stagnante.	Les poussières organiques et les débris y sont déposés par les courants d'air. Les microorganismes peuvent ainsi être amplifiés dans les réservoirs d'eau et sur les surfaces mouillées.
3. Humidificateurs à vapeur.	L'eau condensée non-récupérée peut devenir un site d'amplification.
4. Laveurs d'air.	Les microorganismes peuvent croître sur les surfaces mécaniques mouillées, dans les réservoirs d'eau et sur les surfaces poreuses présentes.
5. Les ventilateurs.	Ces structures peuvent servir de réservoirs pour les contaminants microbiens.
6. Les filtres.	Quand l'entretien fait défaut, les filtres peuvent devenir des réservoirs de croissance microbienne.
7. L'isolation acoustique.	Les saletés et débris peuvent être captés dans les régions poreuses. Si l'isolant est humide, une amplification microbienne peut survenir.
8. Prises d'air extérieures.	Les bioaérosols générés par les tours de refroidissement et les drains sanitaires peuvent entrer par les prises d'air extérieures situées à proximité. De plus, les prises d'air situées au niveau du sol sont sujettes à une contamination originant des débris végétaux.

TABLEAU 2 : Réservoirs potentiels de bioaérosols dans un édifice^{1, 6, 13, 14}, (suite)

	ENDROIT	NATURE
9.	L'air extérieur.	L'air extérieur est la source première de toute contamination microbienne.
10.	Matières intérieures poreuses.	Les tuiles au plafond, les tapis, les tapisseries, etc. peuvent devenir des sites d'amplification microbienne.
11.	Pourcentage d'humidité.	Le contenu en eau dans les débris organiques peut atteindre un point tel qu'il supportera l'amplification des microorganismes (>70%).

Supprimer les substrats et les foyers de croissance microbienne. Se débarrasser de tous les matériaux organiques poreux qui ont été contaminés (ex.: tuiles moisies, tapis moisies, etc...). Nettoyer avec des hypochlorites (eau de javel diluée à 50,000 ppm) toute les surfaces contaminées. Dans le cas des systèmes de ventilation, s'assurer que la désinfection est réalisée lorsque les systèmes sont fermés. S'assurer aussi que les travailleurs préposés à ces opérations de nettoyage portent des équipements de protection adéquats.

Avoir un programme d'entretien préventif. Un excellent programme d'entretien préventif est essentiel pour les composantes des systèmes de ventilation qui peuvent devenir sales ou humides. Ce programme doit inclure l'entretien des surfaces sans moisissures. Les filtres des systèmes doivent être remplacés à des intervalles réguliers et l'efficacité de ces derniers doit être maximisée en fonction de la capacité des ventilateurs.

Il n'existe à peu près aucune norme concernant les concentrations microbiennes dans l'air à l'intérieur des édifices. C'est pourquoi le paramètre de base utilisé par le comité américain sur les bioaérosols de l'ACGIH est la concentration et les espèces retrouvées dans l'air extérieur^(1,2). Ainsi, la comparaison intérieur/extérieur du contenu aéromicrobien permet de déterminer s'il y a présence de foyers de prolifération et d'émission de microorganisme à l'intérieur du bâtiment.

TABLEAU 3: Caractéristiques de quelques biocides communs⁽¹⁾.

Biocide	Activité sporucide	Mécanisme	Effets sur la santé
Hypochlorites	oui	Inactivation enzymatique	Irritant corrosif
Peroxyde d'Hydrogène	?	Radicaux hydroxyles libres	Irritant
Composés d'ammonium quaternaire	?	Augmente la perméabilité membranaire des cellules	Irritant toxique
Alcools (éthanol, propanol et isopropanol)	non	Dénature les protéines	Aucun rapporté
Phénols	non	Dénature les protéines	Irritant toxique, corrosif
Glutaraldéhyde	oui	Effet sur les protéines	Irritant toxique
Composés iodés	oui	Oxydation des protéines	Effets sur la peau, irritant des membranes muqueuses
Formaldehyde	?	Effet sur l'ADN et sur les protéines cellulaires	Irritant toxique, peut être cancérigène

? = Activité non prouvée

Une décontamination ou un nettoyage des systèmes de ventilation est jugé efficace quand les espèces des deux populations de microorganismes (intérieure et extérieure) sont semblables et quand les concentrations intérieures sont à tout le moins égales à celles de l'extérieur.^(1, 2, 12)

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'échantillonnage

L'étude s'est déroulée dans une buanderie de la région de Québec. Cette buanderie nettoie le linge provenant d'une trentaine de centres hospitaliers de la région de Québec. Environ 270 employés y travaillent. Le bâtiment possède deux étages et est adjacent à un centre hospitalier.

La description des opérations est la suivante⁽¹⁵⁾. Le linge sale est admis dans le bâtiment, à l'intérieur de sacs de coton, par la réception. Ces sacs reposent à l'entreposage, situé au premier étage, pour une période de un à cinq jours. La première étape de manutention du linge souillé consiste à trier par couleur les différentes pièces de lingerie (jaquettes, draps, guenilles, etc.). Ce département, situé aussi au premier étage, se nomme le triage. Les sacs de linge proviennent des centres hospitaliers et peuvent parfois contenir différents objets tels des seringues, des morceaux de chair humaine, des bassinets, etc., lesquels sont retirés manuellement. À ce poste de travail se trouvent une dizaine d'employés sans aucun moyen de protection individuelle. Pour l'ensemble des autres postes, le linge passe, entre autres, par les laveuses, les séchoirs, les calandres et l'expédition. Ces postes se trouvent tous au rez-de-chaussée.

La ventilation du bâtiment est assurée majoritairement par trois systèmes indépendants à débit constant, fonctionnant à 100% d'air frais. Le système 1 ventile le premier étage avec un débit mesuré de $4,6 \text{ L/sec} \cdot \text{m}^2$, tandis que les systèmes 2 et 3 fonctionnent respectivement à $3,4 \text{ L/sec} \cdot \text{m}^2$ et $2,9 \text{ L/sec} \cdot \text{m}^2$ et ventilent le rez-de-chaussée et le sous-sol. Ces trois systèmes ne sont pas en fonction le soir, entre minuit et six heures le matin et les fins de semaine. Le pourcentage d'efficacité des filtres est d'environ 30 % (norme ASHRAE 52-76). Ces systèmes ne possèdent pas d'humidificateurs et les conduits ne contiennent pas d'isolant acoustique à l'intérieur.

Fréquences de prélèvements

Lors de la première intervention, une première série de prélèvements de bioaérosols a été réalisée en juin 1988. La deuxième intervention a été réalisée en décembre 1988, c'est-à-dire deux mois après le premier nettoyage des principales composantes des systèmes de ventilation

et les modifications apportées aux opérations de triage. La troisième intervention a été réalisée au mois de septembre 1989, soit deux semaines après certains changements et le nettoyage complet des systèmes. La quatrième intervention a été réalisée au mois de mai 1990. Chaque intervention correspond à une journée de mesure.

Protocole expérimental

Première intervention

Les méthodes de prélèvement et les endroits échantillonnés ont été identiques pour les quatre interventions. Les systèmes de ventilation étaient arrêtés la nuit et les fins de semaine. Dix endroits différents ont été échantillonnés, au moins deux fois par jour, c'est-à-dire après le démarrage des systèmes de ventilation et l'après-midi, pour donner une idée de l'effet des opérations sur les concentrations de bioaérosols. Les prélèvements ont été effectués en double, simultanément^(1,2). Les dix endroits prélevés étaient les suivants:

- l'air extérieur, à l'entrée des systèmes;
- système 1, après les filtres et serpentins;
- système 2, après les filtres et serpentins;
- système 3, après les filtres et serpentins;
- triage;
- laveuses;
- entreposage;
- réception;
- linge sec;
- bureau.

Deuxième intervention

Après cette première évaluation, le nettoyage des principales composantes des systèmes de ventilation et des surfaces contaminées par les moisissures, ainsi que des modifications aux opérations de triage ont été entrepris. Ce nettoyage a été réalisé en utilisant de l'eau de javel commercial (hypochlorite) diluée dans l'eau à raison d'une tasse par gallon d'eau (50 000 ppm) pour nettoyer les différentes composantes. Les hypochlorites sont efficaces dans le contrôle des spores de moisissures et des bactéries^(1,16). Ce nettoyage a suivi l'aspiration des saletés avec des

aspirateurs munis de filtres HEPA (High Efficiency Particulate Air-Filters)^(1, 2). Les opérations ont été réalisées avec les systèmes de ventilation en arrêt, le soir ou les fins de semaine. Lorsque le nettoyage était effectué le soir, les travaux étaient arrêtées au moins deux heures avant le démarrage des systèmes. Les filtres et les pré-filtres ont été aussi changés après la première intervention. Par la suite, ils ont été remplacés selon les recommandations du fabricant. De plus, les personnes attirées au nettoyage portaient les équipements de protection individuelle (bottes et gants en caoutchouc, masque respiratoire contre les vapeurs inorganiques, lunette de sécurité à coques, etc.). Les endroits prélevés étaient encore une fois les mêmes.

La modification des opérations a consisté à l'arrêt du triage comme tel. À ce moment le linge sale n'était plus trié mais seulement préparé. De plus, les travailleurs effectuant ces opérations devaient porter des masques respiratoires efficaces contre les poussières plus grosses que 1 µm et certifiés NIOSH/MSHA⁽²⁾.

Troisième intervention

Pour faire suite à ce premier nettoyage (ou deuxième intervention), après avoir réalisé l'inspection visuelle complète des systèmes et des conduits ainsi que des différents départements de la buanderie, une ventilation locale de type hotte d'aspiration à fente a été installée pour les opérations de triage et un nettoyage complet des systèmes de ventilation, y compris celui des conduits, a été réalisé par une firme spécialisée dans le domaine.

La première étape de nettoyage a été réalisée au niveau des principales unités des systèmes et a consisté en un dépoussiérage à l'aide d'un aspirateur muni de filtres à haute efficacité. Par la suite, tous les serpentins et les parois internes des différentes pièces des systèmes ont été nettoyées à la vapeur. Toutes les unités des systèmes ont aussi été nettoyées avec un mélange d'eau de javel et eau aux mêmes concentrations et dans les mêmes conditions que celles rencontrées au premier nettoyage.

La seconde étape a consisté à nettoyer les conduits de ventilation à l'aide du même aspirateur muni de filtres HEPA. Des portes d'accès furent installées approximativement à tous les six (6) mètres et l'intérieur des conduits a été lavé avec les mêmes concentrations d'eau de javel utilisées pour les unités. De plus, toutes les surfaces de la buanderie ayant un potentiel de contamination par les moisissures ont été nettoyées. Finalement, les ouvertures ont tous été refermées d'une manière étanche et les isolants, lorsque présents, ont été remplacés.

La description du système de ventilation locale est la suivante: quatre hottes à fentes ont été installées le long du convoyeur du département du triage, c'est-à-dire sur huit (8) mètres de longueur. Chaque hotte possède trois fentes superposées de 1,84 m de longueur et de 1,3 cm de largeur, séparées de 7,6 cm. La hauteur totale de la hotte égale celle de l'amas de linge le plus haut, soit 46 cm. Le débit de chacune de ces hottes est de $0,7 \text{ m}^3/\text{sec}$ (ou $2,85 \text{ m}^3/\text{sec}$ pour les quatre) et la vitesse de l'air à l'entrée de chacune de ces fentes est de 10 m/sec. Enfin, une grille a été installée devant les fentes pour retenir les pièces de linge accidentellement entraînées par les courants d'air. Les systèmes ont été par la suite balancés pour fournir les débits originaux.

Quatrième intervention

Tout comme les autres interventions, les prélèvements de bactéries et de moisissures dans l'air l'ont été aux mêmes endroits, en utilisant les mêmes appareils d'échantillonnage et dans les mêmes conditions. De plus, à cause de la fermeture des systèmes de ventilation la nuit et les fins de semaine et la possibilité d'accumulation des microorganismes durant cette période, un plus grand nombre de prélèvement l'avant-midi a été réalisé. Les objectifs de cette quatrième intervention étaient surtout d'assurer un suivi environnemental et de déterminer la fréquence du programme de nettoyage.

Méthodologie et instrumentation

Deux types d'appareils ont été utilisés. Il s'agit de l'échantillonneur Burkard (Jet spore) et de l'impacteur N-6 Andersen. Les appareils ont été désinfectés avec de l'éthanol 70% avant chaque utilisation.

Échantillonneur Burkard

Cet appareil aspire 650 litres d'air par minute (L/min). Cet air passe à travers un filtre grossier et se dépose dans une boîte de pétri de 15 X 100 millimètres (mm) contenant 30 millilitres (ml) de milieu de culture. Les temps d'échantillonnage retenus étaient de 15 minutes pour les moisissures et de deux minutes pour les bactéries. Le Burkard a été utilisé pour prélever l'air extérieur et les systèmes de ventilation 1, 2 et 3, dans la chambre de mélange en aval des principales unités. Le Burkard s'avère efficace pour effectuer des prélèvements d'air où le débit est élevé car il permet d'échantillonner un grand volume d'air⁽¹⁷⁾.

Impacteur N-6 Andersen

L'impacteur Andersen est l'échantillonneur standard pour le contrôle de la qualité de l'air, plus spécifiquement dans des cas de contaminations microbiennes faibles⁽¹⁸⁾. L'évaluation des bioaérosols dans l'air ambiant de la buanderie a été faite avec la version N-6. Cette version est formée d'un seul étage d'impaction sur lequel est placé la boîte de pétri contenant le milieu de culture approprié. Le débit de la pompe est calibré avec un débitmètre à fil chauffant Kurz à 28 L/min avant chaque utilisation. L'efficacité de prélèvement du N-6 est comparable à celle de l'impacteur complet Andersen à six étages⁽¹⁹⁾. Si le nombre de microorganismes prélevés est élevé, des tables de correction doivent être utilisées pour obtenir les dénombrements⁽²⁰⁾.

L'impacteur Andersen a été utilisé pour chacune des quatre interventions dans les endroits suivants:

- extérieur
- salle de triage;
- laveuses;
- entreposage;
- réception;
- linge sec;
- bureau.

Les temps d'échantillonnage pour les moisissures et bactéries étaient de deux minutes.

Milieux de culture

Les milieux de culture utilisés avec les deux types d'appareils d'échantillonnage sont pour les moisissures saprophytiques l'agar au Sabouraud dextrose (SDA) et pour les bactéries l'agar au trypticase et soya (TSA). Le milieu SDA, par son acidité d'environ 5,6 permet la germination et le développement des spores ou fragments mycéliens viables et limite la croissance des bactéries. Ce milieu équivaut à l'agar au rose bengal et streptomycine pour dénombrer les colonies développées⁽²¹⁾. Le TSA, avec un pH de 7,0 à 7,2 est pour sa part le milieu recommandé pour détecter et énumérer les bactéries, incluant les actinomycètes thermophiles⁽¹²⁾. Pour chaque évaluation, une boîte de pétri contenant le milieu de culture approprié est conservé comme témoin. Ces milieux de culture ne sont pas sujets aux

prélèvements mais subissent la même période d'incubation que ceux qui ont servis pour l'échantillonnage. L'absence de moisissure ou de bactérie sur ces milieux confirme la stérilité des milieux de culture employés.

Dénombrement et identification des bactéries

L'analyse des bactéries a été effectuée par le groupe de recherche aérobiologique de l'Université de Montréal.

Le dénombrement des bactéries est réalisé avec un stéréomicroscope, après deux à trois jours d'incubation à 37,5° C. Le dénombrement total indique le nombre de colonies bactériennes contenu dans un échantillon, sans tenir compte du groupe d'appartenance. Sachant que chaque échantillon a reçu un volume précis d'air, les concentrations de bactéries par mètre cube d'air aux différents endroits de prélèvement sont calculées.

L'autre étape consiste à repiquer les bactéries afin d'obtenir des cultures jeunes pour effectuer les différents test d'identification comme la coloration Gram, les tests d'oxydase, de catalase, la dégradation des sucres, le test de sensibilité à la bacitracine, le test d'oxydation-fermentation, etc.⁽²²⁻²⁴⁾.

Les résultats indiquent les groupes de bactéries qui se retrouvent en plus grand nombre sur chaque échantillon.

Dénombrement et identification des moisissures

Les moisissures ont elles aussi été identifiées et dénombrées par le groupe de recherche aérobiologique de l'Université de Montréal.

La première étape de l'analyse consiste à incuber, aux conditions ambiantes, pendant une période cinq à sept jours, les prélèvements recueillis dans la buanderie. Après ce temps d'incubation, le dénombrement des spores viables qui ont formé des colonies est effectué. Ce dénombrement servira à calculer les concentrations par mètre cube d'air (CFU/m³) de moisissures. Beaucoup de spores ou de fragments mycéliens peuvent s'impacter sur le milieu de culture sans pour autant donner une colonie. Seuls les germes viables donneront des colonies.

Après le dénombrement, les colonies présentes sont soit analysées immédiatement, soit repiquées sur un nouveau milieu de culture. En effet, comme les clés d'identification utilisées sont basées essentiellement sur l'appareil sporifère, seules les colonies ayant sporulées peuvent être identifiées⁽²⁵⁻²⁹⁾. Toutes les autres colonies, encore en phase végétative, sont repiquées sur une gélose de malt et d'agar. De plus, pour accélérer la sporulation, les moisissures sont exposées à des rayonnements ultraviolets pendant une période d'environ une semaine, selon un cycle de 12 heures.

Après une semaine, si les souches repiquées n'ont pas encore sporulées, un nouveau repiquage est réalisé, cette fois sur la gélose Czapek. Le Czapek est principalement formé de saccharose et son acidité varie au alentours de 7,3⁽³⁰⁾. Lorsqu'il y a présence sur le milieu de culture de moisissures envahissantes comme les *Mucorales*, l'isolement des autres colonies est fait sur la gélose mycobiotique⁽³⁰⁾. Ce milieu peut contrôler l'envahissement grâce aux agents cycloheximide et chloramphenicol ajoutés à la gélose de Sabouraud dextrose.

Pour fin d'identification, toutes les moisissures ont été analysées au microscope à un grossissement de 100 à 400X. En plus de se servir de plusieurs clés⁽²⁵⁻²⁹⁾, les cultures d'identification douteuse ou indéterminée ont été envoyées à la mycothèque de la ferme expérimentale centrale du ministère de l'agriculture à Ottawa.

Analyse statistique des résultats

Une décontamination (ou un nettoyage des systèmes de ventilation) est jugée efficace quand les espèces des deux populations de microorganismes (intérieures et extérieures) sont semblables et quand les concentrations intérieures sont à tout le moins égales à celles des concentrations extérieures^(1,12). Les bioaérosols (bactéries et moisissures aéroportées), ne suivent que très rarement une distribution normale et excluent par le fait même l'utilisation de tests statistiques paramétriques^(1,12). Les méthodes statistiques de cette étude sont celles utilisées pour les données non-paramétriques et consistent à la comparaison des populations microbiennes intérieures-extérieures, pour chacune des quatre interventions, en utilisant le test paire des signes pour les moisissures, et le test pour données non-pairées du "U" de Mann-Whitney pour les bactéries^(31,32). Le test des signes a été préféré à celui de Mann-Whitney pour les moisissures à cause de la nature semi-quantitative (espèces et fréquences) des données.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les tableaux 4 et 5 rapportent les dénombrements et les genres de bactéries prélevées dans les systèmes de ventilation et les différents départements de la buanderie pour les quatre interventions. Afin de condenser les résultats, les genres de bactéries sont remplacés par les lettres suivantes:

- a = *Staphylococcus*
- b = *Micrococcus*
- c = *Enterobacteriaceae*
- d = *Pseudomonas*
- e = *Bacillus*
- f = *Proteus mirabilis*

Les tableaux 6 et 7, tant qu'à eux, indiquent les dénombrements et identifications des moisissures prélevées dans les systèmes de ventilation et différentes pièces de la buanderie pour les quatre interventions. Encore une fois, pour condenser les résultats, les espèces de moisissures sont remplacées par les lettres suivantes:

- A = *Alternaria alternata*
- B = *Aspergillus sp.*
 - B₁ = *Aspergillus fumigatus*
 - B₂ = *Aspergillus niger*
 - B₃ = *Aspergillus ornatus*
 - B₄ = *Aspergillus sydowi*
 - B₅ = *Aspergillus ustus*
 - B₆ = *Aspergillus versicolor*
- C = *Aureobasidium pullulans*
- D = *Botrytis cineria*
- E = *Chaetomium sp.*
- F = *Cladosporium sp.*
 - F₁ = *Cladosporium cladosporioides*
 - F₂ = *Cladosporium herbarum*
- G = *Drechslera sp.*
- H = *Epicoccum nigrum*
- I = *Fusarium sp.*
- J = *Geotrichum candidum*
- K = *Humicola sp.*

- L = *Monilia sitophila*
 M = *Moniliella acetoabutens*
 N = *Mucor sp.*,
 N₁ = *Mucor plumbeus*
 O = *Mycelia sterilia*
 P = *Paecilomyces sp.*
 P₁ = *Paecilomyces variotii*
 Q = *Pénicillium sp.*
 Q₁ = *Pénicillium brevicompactum*
 Q₂ = *Pénicillium chrysogenum*
 Q₃ = *Pénicillium cyclopium*
 Q₄ = *Pénicillium expansion*
 Q₅ = *Pénicillium fellutanum*
 Q₆ = *Pénicillium funiculosum*
 Q₇ = *Pénicillium glabrum*
 Q₈ = *Pénicillium griseofulvum*
 Q₉ = *Pénicillium oxalicum*
 Q₁₀ = *Pénicillium simplicissimum*
 Q₁₁ = *Pénicillium thomii*
 Q₁₂ = *Pénicillium variable*
 R = *Phoma sp.*
 R₁ = *Phoma glomerata*
 R₂ = *Phoma eupyrena*
 S = *Pithomyces chartarum*
 T = *Rhizomucor sp.*
 U = *Scopulariopsis candidum*
 V = à confirmer

Les genres et les concentrations de bactéries prélevés dans les systèmes de ventilation et les différents départements pour les quatre interventions sont donnés aux tableaux 4 et 5. Ces tableaux donnent aussi les différences significatives, entre les prélèvements extérieurs et intérieurs.

Au niveau fongique, les différences significatives entre les espèces de moisissures et les concentrations intérieures et extérieures sont notées par un astérisque aux tableaux 6 et 7.

		Juin 1988		Décembre 1988		Septembre 1989		Mai 1990	
		CFU/m ³	Genre	CFU/m ³	Genre	CFU/m ³	Genre	CFU/m ³	Genre
Extérieur	A.D.	---	---	166	a-d-e	107	b-e	21	c-e
	A.M.	40	a-b-e	200	a-b	193	b-c-e	121	a-c-d-e
	P.M.	113	a-b-e	113	a-c-d	40	a-b-c-e	42	a-c-d-e
Système 1	A.D.	---	---	100	a-d-e	33	b-d-e	140	a-c-d-e
	A.M.							54	a-c-d-e
	P.M.							93	d-e
Système 2	A.D.	---	---	7	b	67	a-b-d	48	a-e
	A.M.							121	a-b-c-d-e
	P.M.							73	b-c-e
Système 3	A.D.	---	---	27	a-c-d	87	b-c-e	---	---
	A.M.							8	a
	P.M.							24	a-c-d
	A.D.	21	b-e	D.I.	---	7	e	8	c
	A.M.							8	c
	P.M.							8	c

* $p \leq 0,05$ A.D.: Avant le démarrage des systèmes A.M.: Avant-midi P.M.: Après-midi

D.I. = Dénombrement imprécis **N.I.** = non identifiées **CFU/m³** = Nombre de colonies par mètre cube d'air

TABLEAU 4: Identification et dénombrement des bactéries aéroportées prélevées dans les systèmes de ventilation

		Juin 1988		Décembre 1988		Septembre 1989		Mai 1990	
		CFU/m ³	Genre	CFU/m ³	Genre	CFU/m ³	Genre	CFU/m ³	Genre
Extérieur	A.D.	---	---	116	a-d-e	107	b-e	527	a-c-d-e
	A.M.	40	a-b-e	200	a-b	193	b-c-e	126	a-b-c-d-e
	P.M.	113	a-b-e	113	a-c-d	40	a-b-c-e	116 72	a-c-d d-e
Triage	A.D.	*							
	A.M.	46	c	78	a	27	a-b	80	N.I.
	P.M.	664 4784	c-f e	35 95	c-e a-c-d-e	182 161	a-c-e a-e	25	a-c-d
Entrepôt	A.D.							18	a-b
	A.M.	112	a-b-c	35	a	98	a-c-e	72	a-c-d
	P.M.			17	N.I.	80	a-c-e	90	a-c
Réception	A.D.	*						45	a-d-e
	A.M.	64	N.I.	78	N.I.	205	b-c-e	259	a-b-c-d-e
	P.M.	89 2522	a-b N.I.	78	a-b-d	80	c-e	107	a-c
Laveuses	A.D.							---	---
	A.M.	114	a-e	103	a-b-d-e	116	a-c-d-e	27	a-c
	P.M.			26	b-d-e	161	a-e	72	c-d-e
Linge sec	A.D.							---	---
	A.M.	---	---	52	a-c-d	107	a-e	36	a-c-e
	P.M.	2621 2444	a-b-e a-b-e	9	c	152	a-c-e	18	c-d
Bureau	A.D.							63	a-b-c-e
	A.M.	71	b-e	86	a-b-c-d-e	339	a-b-e	117	a-c-d-e
	P.M.			78	a-b-c	134	a-b-c-e	9	c

* $p \leq 0,05$ A.D.: Avant le démarrage des systèmes A.M.: Avant-midi P.M.: Après-midi

N.I. = Non identifiées CFU/m³ = Nombre de colonies par mètre cube d'air

TABLEAU 5: Identification et dénombrement des bactéries aéroportées prélevées dans différents départements

	Juin 1988		Décembre 1988		Septembre 1989		Mai 1990	
	CFU/m ³	Espèce	CFU/m ³	Espèce	CFU/m ³	Espèce	CFU/m ³	Espèce
Extérieur A.D.	126	A-B-D-F-F ₂ -H-R ₂ -V	77	C-B ₄ -F ₂ -Q ₂ -	47	A-T	159	F ₁ -H
A.M.	98	A-D-F-F ₁ -H-O-R ₂ -V	42	Q ₇ -R-S	200	A-F ₁ -T	109	A-B ₃ -F ₁
P.M.	212	A-C-F-F ₁ -F ₂ -H-O-R ₁ - R ₂ -V	49	F ₁ -F ₂ -S F ₁ -F ₂ -R-S	241	A-B ₆ -F ₁ -H	109	F ₂ -U F ₁ -H-R
Système 1A.D.	320	I-Q	21	F ₂ -H-Q ₂	42	A-H	50	B ₃ -O-Q
A.M.							33	B-B ₃ -H
P.M.							33	O-Q-R ₁
	108	A-F ₂ -O-V	21	G-H-R	28	A-V	42	F ₂ -H-N
							100	B ₁ -B ₃ -C-
								F ₁ -Q ₁ -R ₁
Système 2A.D.	714	F ₂ -L-O-Q-Q ₃ -Q ₉	28	Q ₃	35	H-Q ₃ -S	25	H
A.M.							8	H
P.M.							8	F ₁
	77*	F ₂ -Q ₃ -Q ₈ -O	14	Q ₃ -O	21	A-V	8	O
							---	---
Système 3A.D.	14*	A-L	7	F ₂	7	H	---	---
A.M.							8	A
P.M.							---	---
	7*	L	14	A-S	7	A	8	F ₁
							8	B ₃

* $p \leq 0,05$ **A.D.:** Avant le démarrage des systèmes **A.M.:** Avant-midi **P.M.:** Après-midi

N.I. = Non identifiés **CFU/m³** = Nombre de colonies par mètre cube d'air

TABLEAU 6: Identification et dénombrement des moisissures aéroportées prélevées dans les systèmes de ventilation

	Juin 1988		Décembre 1988		Septembre 1989		Mai 1990	
	CFU/m ³	Espèce	CFU/m ³	Espèce	CFU/m ³	Espèce	CFU/m ³	Espèce
Extérieur	A.D.	126	A-B-D-F-F ₂ -H-R ₂ -V	77	C-B ₄ -F ₂ -Q ₂ -Q ₇ -R-S	47	A-T	O
	A.M.	98	A-D-F-F ₁ -H-O-R ₂ -V	42	F ₁ -F ₂ -S	200	A-F ₁ -T	B ₃ -O
	P.M.	212	A-C-F-F ₁ F ₂ H-O-R ₁ -R ₂ -V	49	F ₁ -F ₂ -R-S	241	A-B ₆ -F ₁ -H	B ₃ -F ₁
Triage	A.D.							
	A.M.	138	B ₁ -F ₁ -O-V	52	L-Q ₃	155	A-B ₂ -F ₁ -H-O	A-F ₁ -N-Q-Q ₂ -Q ₃ -
		355	L-N ₁ -Q	550	L-N ₁ -Q ₂ -Q ₃ -T	277	B ₂ -Q-T	Q ₆
	P.M.	209	F ₁ -Q-Q ₁ -V					
		139	L-N ₁ -Q ₃	218	N ₁ -Q ₃ -Q ₄ -T	294	B ₆ -F ₁ -Q ₃	144
		22655	Q					Q-Q ₃ -T
Entrepôt	A.D.							
	A.M.	18	L-T	112	L-Q ₃ -T	108	A-F ₁ -Q ₃ -Q ₇	286
	P.M.	18*	L-T	52	F ₂ -Q ₃ -T	27	B-Q ₃ -T	54
Réception	A.D.							
	A.M.	46*	N ₁	99	A-L-O-Q- ₂ -Q ₃ -Q ₄ -T	260	A-B ₁ -B ₂ -F ₁ -H-Q ₁₂	54
		18	O-V					81
	P.M.	239*	F ₁ -F ₂ -O-V					
		36	L-N ₁ -Q ₃	198	Q ₃ -T	152	B ₁ -F ₁ -H-K-Q ₁	116
		270	D-F ₁ -F ₂ -Q ₃ -R-V					
Laveuses	A.D.							
	A.M.	9*	N ₁	44	B ₄ -Q-Q ₃ -T	27	P-Q ₃	188
	P.M.	45	L-M-O-Q ₃ -T	172	B ₅ -Q ₃ -Q ₁₀	18	A	9
Linge sec	A.D.							
	A.M.	101	F ₁ - ₂ -V	9	V	9	Q ₇	286
		83	Q ₃ -Q ₁₀ -V					9
	P.M.	93	F ₁ -Q ₁₁ -V					
		207	A-D-F ₁ -L-Q-Q ₈ -S-V	35	Q ₃ -Q ₁₀	45	F ₁ -Q-Q ₃	9
		285	F ₁ -J-V					
Bureau	A.D.							
	A.M.	67	J-Q ₃ -V	27	B ₆ -F ₁ -O	27	F ₁ -Q ₂	---
	P.M.	25	F ₂ -V	9	F ₁	18	A	---

* $p \leq 0,05$ A.D.: Avant le démarrage des systèmes A.M.: Avant-midi P.M.: Après-midi

N.I. = Non identifiées CFU/m³ = Nombre de colonies par mètre cube d'air

TABLEAU 7: Identification et dénombrement des moisissures aéroportées prélevées dans différents départements

Première intervention

Cette première intervention a permis de découvrir la présence d'espèces différentes et de concentrations anormalement élevées de bactéries et de moisissures. Les tableaux 4 et 5 donnent des différences significatives au triage et à la réception, c'est-à-dire que les concentrations de bactéries étaient significativement plus élevées dans ces deux endroits lorsqu'elles sont comparées avec le contenu bactérien extérieur. L'arrêt prolongé des systèmes de ventilation la nuit ne semble pas avoir influencé les concentrations de bactéries lors de leur démarrage. En effet, aucune bactérie n'a été prélevée dans les trois systèmes à ce moment-là (réf. tableau 4).

Au niveau des moisissures, les tableaux 6 et 7 donnent des différences significatives pour le système 2, le système 3, l'entrepôt, la réception et les laveuses. Ces différences significatives peuvent être de deux ordres, c'est-à-dire que les concentrations intérieures peuvent être soit significativement plus grandes que celles mesurées dans l'air extérieur, soit significativement plus petites. Si elles sont plus petites, à cause de l'utilisation du test des signes, la différence significative peut aussi être causée par la présence d'espèces différentes. Ainsi au niveau des concentrations significativement plus grandes, on retrouve la réception, avec des concentrations de 239 CFU/m³ de moisissures le matin, lors des opérations. En ce qui concerne les différences au niveau de la présence d'espèces différentes, les système 2 et 3, l'entrepôt, la réception et les laveuses se démarquent d'une façon significative. Pour tous les autres endroits prélevés, aucune différence significative n'a pu être notée. Cependant, on peut noter la présence de concentrations élevées dans les systèmes 1 et 2, le matin lors de leur démarrage. Il est possible que l'arrêt des systèmes de ventilation la nuit favorise la croissance des moisissures à ces derniers endroits.

Deuxième intervention

Les résultats de prélèvements bactériens (réf. tableaux 4 et 5) démontrent qu'il n'y a plus, lorsque comparés avec l'air extérieur, de concentrations significativement plus élevées, que ce soit dans les différents départements ou dans les systèmes de ventilation de la buanderie.

Au niveau fongique, la situation ressemble aussi à celle obtenue pour les bactéries, c'est-à-dire qu'il n'y a plus de différences significatives avec le contenu de l'air extérieur. De plus,

contrairement à la première intervention, les concentrations du matin lors du démarrage des systèmes sont nettement plus faibles (réf. tableau 6).

Troisième intervention

Que ce soit au niveau des bactéries aéroportées ou des moisissures, aucune différence significative des contenus intérieurs et extérieurs n'ont pu être mesurée après cette troisième intervention. De plus, aucune anomalie qualitative n'est observée.

Quatrième intervention

Aucune différence significative n'est retrouvée dans les différents prélevés endroits, que ce soit au niveau des moisissures ou des bactéries. De plus, encore une fois, malgré que les systèmes de ventilation aient été fermés la nuit et les fins de semaine, les concentrations ne sont pas plus élevées lors de leur démarrage, le matin (réf. tableaux 4 et 6).

En ce qui concerne l'effet de l'humidité et de la température sur les concentrations de microorganismes mesurées lors des quatre interventions, le calcul de la régression dans une étude antérieure n'a démontré aucune corrélation significative ($0,336 < p < 0,785$)⁽¹⁵⁾.

Le nettoyage des unités des systèmes de ventilation à la vapeur ou à l'eau de javel (hypochlorites) a été efficace pour enrayer la présence de microorganismes. Les hypochlorites sont très utilisés comme désinfectants et leur utilisation est peu coûteuse⁽¹⁾. Par contre, les travailleurs qui effectuent le nettoyage des systèmes avec ces substances doivent porter les équipements de protection adéquats⁽¹⁸⁾. De plus, à cause des effets irritants de ces produits, les systèmes de ventilation doivent être arrêtés pendant le nettoyage et redémarrés au moins deux heures avant le début des opérations normales de la buanderie.

Pour résumer, après avoir constaté des différences statistiquement significatives ($p \leq 0,05$) tant au niveau qualitatif qu'au niveau quantitatif entre l'air extérieur et certains postes de travail lors d'une première intervention réalisée au mois de juin 1988, les mêmes endroits ont été réévalués au mois de décembre 1988, soit deux mois après le nettoyage des systèmes aux hypochlorites et certaines modifications des opérations. Les résultats de cette deuxième intervention ont démontré qu'il n'y avait plus de concentrations significativement plus élevées dans l'air intérieur, et les espèces recensées étaient en général les mêmes que celles de

l'air extérieur. Une troisième intervention a été réalisée en septembre 1989, deux semaines après le nettoyage complet (aspiration avec filtres HEPA, nettoyage des unités à la vapeur et désinfection aux hypochlorites dilués) des systèmes et des conduits par une firme spécialisée et le retour aux opérations normales. Les résultats ont démontré qu'il n'y avait, encore une fois, aucune différence significative avec l'air extérieur. Enfin, une quatrième évaluation a été réalisée huit mois plus tard, en mai 1990, pour déterminer la fréquence d'entretien et l'effet de l'arrêt des systèmes la nuit et la fin de semaine. Aucune différence significative avec l'air extérieur n'a pu être mesurée après cette quatrième intervention.

D'un point de vue préventif, il a été conseillé pour cette buanderie, de nettoyer les unités des systèmes avant leur utilisation lors des changements de saisons. Ces nettoyages doivent inclure l'utilisation d'aspirateurs munis de filtres HEPA (ou des aspirateurs extérieurs) ainsi qu'une désinfection des parois et des unités avec de la vapeur ou des hypochlorites (solutions aqueuses de 5 % (50,000 ppm)). Pour les conduits, la fréquence devrait être déterminée par l'inspection visuelle^(1, 2, 12). De plus, il ne semble pas que, pour cette buanderie, l'arrêt des systèmes de ventilation la nuit joue un rôle prédominant dans l'apparition de bioaérosols si ces systèmes sont entretenus adéquatement.

CONCLUSION

Cette étude a permis de démontrer qu'il est possible de contrôler la présence de bactéries et de moisissures aéroportées dans l'environnement intérieur de la buanderie étudiée. Au niveau préventif, il a été conseillé pour cette buanderie, de nettoyer les unités des systèmes avant leur utilisation lors des changements de saisons. Ces nettoyages doivent inclure l'utilisation d'aspirateurs munis de filtres appropriés ainsi qu'une désinfection des parois et des unités avec des hypochlorites dilués dans l'eau (50 000 ppm). Pour les conduits, la fréquence d'entretien devrait être déterminée par l'inspection visuelle.

Des techniques identiques de nettoyage pourraient être utilisées pour d'autres installations. Par contre, il semble plus difficile de généraliser des recommandations concernant la fréquence des nettoyages.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ACGIH.:** Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment. Cincinnati, Ohio, 1989.
2. **BURGE, H.A.:** Approaches to the Control of Indoor Microbial Contaminants. Proceedings of the ASHRAM Conference, Arlington, Virginia, 1987, pp.33-37.
3. **Santé et bien-être social du Canada.:** Signification de la présence de champignons dans l'air à l'intérieur des édifices: Rapport d'un groupe de travail. Groupe de travail sur les champignons dans l'air des maisons, revue canadienne de la santé publique, mars/avril 1987, 16 pages.
4. **BRIEF, R.S., BERNATH, T.:** Indoor Pollution. Guidelines for Prevention and Control of Microbial Respiratory Hazards Associated with Air Conditioning and Ventilation Systems. Appl. Ind. Hyg., 1988, vol.3, #4(5-10).
5. **Euro Reports and Studies:** Biological Contaminants in Indoor Air. Knud Wilkea-Jensen and S. Gravesen ed., Copenhagen, 1988, 110 p..
6. **MOREY, P.R., HODGSON, M.J., SORENSON, W.G., KULLMAN, G.J., RHODES, W.W., VISVESVARA, G.S.:** Environmental Studies in Moldy Office Buildings. SF-86-09, No.3, 1986 pp. 399-408.
7. **Colloque INSERM.:** Maladies de climatiseurs et des humidificateurs. Claude Molina ed., Paris, 1985 358p.
8. **ELIXMAN, J.H., JORDE, W., LINKENS, H.F.:** Filters of an Air-Conditioning Installation as Disseminators of Fungal Spores. Adv. in Aerobiology, 1987, pp. 283-286.
9. **SAMSON, R.A.:** Occurrence of Moulds in Modern Living and Working Environments. Eur. J. Epidemiol. 1(1):54-61 (1985).
10. **KUNDSIN, R.B.:** Architectural Design and Indoor Microbial Pollution. Oxford University Press Inc. 1988, 317p.

11. **MENDELL, M. J., SMITH, A. J.:** Consistent Pattern of Elevated Symptoms in Air-conditioned Office Buildings: A Reanalysis of Epidemiologic Studies. Am. Journ. Public Health (80) 10: 1193-1199 (1990).
12. **BURGE, H.A., CHANTIGNY, M., FEELEY, J., KREISS, J., MOREY, P., OTTEN, J., PETERSON, K.:** Bioaerosols. Guidelines for Assessment and Sampling of Saprophytic Bioaerosols in the Indoor Environment. Appl. Ind. Hyg.,(2)5:R10-R16 (1987).
13. **MOREY, P.R.:** Case Presentations: Problems caused by Moisture in Occupied Spaces of Office Buildings. Ann. Am. Conf. Govt. Ind. Hyg., 10: 121 (1984)
14. **MOREY, P.R., CLERC, J.L., JONES, W.G., SORENSON, W.G.:** Studies on Sources of Airborne Microorganisms and on Indoor Air Quality in a Large Office Building. Proceedings IAQ'86, pp. 500-509, ASHRAM, Atlanta, (1986).
15. **PINEAU. S.:** Étude de la flore fongique dans une buanderie. Mémoire présenté à la Faculté des arts et des sciences du département de géographie, Université de Montréal, 1990, 81p.
16. **BLOCK, S.S.:** Disinfection. Sterilization and Preservation. Third edition, Lea and Febiger, Philadelphia, 1983.
17. **BURGE, H.A., SOLOMON, W.R.:** A Practical Approach to Aeroallergen identification. The American Academy of Allergy and Immunology, 1988.
18. **LAVOIE, J.** Sampling for Microorganisms in Occupational Settings. Étude/Bilan de connaissances, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, 1990, 57p.
19. **JONES, W.G., MORRING, K., MOREY, P.R., SORENSON, W.G.:** Evaluation of the Andersen Viable Impactor for Single Stage Sampling. Am. Ind. Hyg. Assoc. J.46(5):294-298, (1985).

20. **ANDERSEN, A.A.:** New Sampler for the Collection, Sizing and Enumeration of Viable Airborne Particles. J. Bacteriol. 76:471-484, (1958).
21. **MORRING, K.L., SORENSON, W.G., ATTFIELD, M.D.:** Sampling for Airborne Fungi. A Statistical Comparison of Media. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 44(9):662-664. (1983).
22. **MaCFADDEV, J.F.:** Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria. 2nd ed., Williams and Wilkins, New-York, 527p., 1980.
23. **WASHINGTON, J.A.:** Laboratory Procedures in Clinical Microbiology. 2nd ed., Spring and Verlag, New-York, 885p., 1985.
24. **COLLINS, C.H., LYLE, P.M., GRANGE, J.M.:** Microbiological Methods. 6th ed., Butterworths, London, 409p., 1989.
25. **BOTTON, B., BRETON, A., FEVRE, M., GUY, PH., LARPENT, J. P., VEAU, P.:** Biotechnologies, moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Éditions Masson, Paris, 364p., 1985
26. **CARMICHAEL, J.W., KENDRICK, W.B., CONNERS, I.L., SIGLER, L.:** Genera of Hyphomycetes. The University of Alberta press ed., Edmonton, Alberta, 386p., 1980.
27. **DOMSCH, K. H., GAMS, W., ANDERSON, T. H.:** Compendium of Soil Fungi. Vol. #1, Academic press London, 859p., 1980.
28. **FENNELL, I.D., RAPER, K.B.:** The Genus *Aspergillus*. Robert E. Krieger publishing co., Malabor, Florida, 686p., 1977.
29. **PIIT, J.I.:** A laboratory Guide to Common *Pénicillium* Species. Commonwealth Scientific and Industrial Research, North Ryde, Australia, 187p., 1988.
30. **DIFCO LABORATORIES:** Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Microbiology. Tenth edition, Détroit, Michigan, 1155p., 1985.

31. **SHERRER, B.:** Biostatistiques. Gaétan Morin ed., Chicoutimi, Québec, 850p., 1984.
32. **STATISTICAL GRAPHICS CORPORATION:** Statgraphics Version 5 Reference Manual. STSC Inc. ed., Rockville, Maryland, 1635p., 1991.