

Substances chimiques et agents biologiques

# Études et recherches

RAPPORT R-525



## Critères de déclenchement du nettoyage des systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air d'édifices non industriels

*Jacques Lavoie  
Rodrigue Gravel  
Yves Cloutier  
Ali Bahloul*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

## NOS RECHERCHES

### Mission *travaillent pour vous !*

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

### Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour.

De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)

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

### Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales  
2007

ISBN : 978-2-89631-185-9 (version imprimée)

ISBN : 978-2-89631-186-6 (PDF)

ISSN : 0820-8395

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](mailto:publications@irsst.qc.ca)  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)

© Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail,  
septembre 2007



Substances chimiques et agents biologiques

# Études et recherches

■ RAPPORT R-525

## Critères de déclenchement du nettoyage des systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air d'édifices non industriels

### Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*Jacques Lavoie<sup>1</sup>, Rodrigue Grave<sup>2</sup>, Yves Cloutier<sup>3</sup> et Ali Bahloul<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Service de la recherche, IRSST*

*<sup>2</sup>Service soutien à la recherche et à l'expertise, IRSST*

*<sup>3</sup>Service veille et gestion de la qualité, IRSST*

Cliquez recherche  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)



Cette publication est disponible  
en version PDF  
sur le site Web de l'IRSST.

**CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSS**

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document  
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

## SOMMAIRE

Les systèmes de ventilation peuvent être des sources potentielles de polluants créées par l'accumulation de poussière dans leurs réseaux. L'organisme américain National Air Duct Cleaner Association (NADCA) a déjà publié des critères numériques d'acceptation de propreté après nettoyage. Par contre, ces critères sont inutiles si l'on veut savoir quand débiter le nettoyage. En Amérique du Nord, le déclenchement du nettoyage des conduits est basé sur l'inspection visuelle. En 2004, l'Association pour la prévention et l'étude de la contamination de France (ASPEC) a publié une méthode basée sur des critères numériques de déclenchement de nettoyage. Ces méthodes, basées sur des prélèvements surfaciques, présentent certaines lacunes dont l'absorption d'humidité de l'air et l'adhésion de la poussière sur les parois des cassettes de prélèvement. La nouvelle méthode suggérée par l'IRSST vise à corriger ces inconvénients.

Les objectifs de cette recherche sont de reproduire en laboratoire différents niveaux d'empoussièrément dans un conduit métallique non poreux simulant les systèmes CVCA, de comparer une nouvelle méthode de prélèvement de poussières surfaciques dans les conduits avec celles citées dans la littérature, de comparer la méthode d'évaluation numérique à la méthode visuelle et d'en fixer les modalités d'application.

Pour chacune des conditions de propreté simulées, une appréciation visuelle a été faite par un comité de spécialistes selon une échelle de 3, dont le niveau 1 signifie normal, le niveau 2 au-dessus de la normale et le niveau 3 grave. Selon ces appréciations, les critères de déclenchement établis correspondent à 2,0 mg/100 cm<sup>2</sup> pour la méthode de la NADCA, à 3,0 mg/100 cm<sup>2</sup> pour la méthode de l'ASPEC et à 6,0 mg/100 cm<sup>2</sup> pour la méthode IRSST. La concentration moyenne correspondante pour les substrats témoins a été de 6,0 mg/100 cm<sup>2</sup>. Ces critères sont significativement différents ( $p \leq 0,05$ ). En conclusion, chacune des méthodes est utilisable mais avec son critère de déclenchement de nettoyage correspondant. Les prélèvements doivent être réalisés sur une couche de poussière répartie sur le plan du radier et non sur un amas de poussière. Les surfaces doivent être de dimension suffisante pour réussir les prélèvements. Les parois des conduits et des composantes doivent être métalliques rigides et non poreuses. Les conduits doivent être horizontaux et plans et les parois doivent être sèches. La centrale de traitement d'air doit être à l'arrêt. Ces critères devront être validés pour être utilisables avec de la vraie poussière provenant de systèmes CVCA.



## TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE .....	i
TABLE DES MATIÈRES .....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES .....	iv
1. INTRODUCTION .....	1
2. Méthodologie .....	3
2.1 Mise au point de la chambre d'empoussièrement.....	3
2.2 Méthodes de prélèvement .....	4
2.3 Simulation des dépôts et prélèvements surfaciques.....	7
2.4 Inspection visuelle .....	8
3. Résultats et discussion .....	9
3.1 Critère de déclenchement.....	9
3.2 Modalité d'application .....	10
3.3 Portées et limites .....	12
4. Conclusion .....	15
5. Remerciements.....	17
6. Références.....	19

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Critères de déclenchement du nettoyage des conduits non poreux .....	2
Tableau 2 : Avantages et inconvénients des méthodes.....	6
Tableau 3 : Pesées corrigées <sup>1</sup> (mg) des substrats témoins d'aluminium pour les 22 essais .....	9
Tableau 4 : Résultats de l'évaluation des 3 méthodes (mg/100 cm <sup>2</sup> ) en fonction du vote du comité d'experts.....	10
Tableau 5 : Nombre de composante à inspecter par système CVCA .....	11

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Chambre d'empoussièrement actuelle.....	4
Figure 2 : Répartition des substrats témoins .....	4
Figure 3 : Méthode de la NADCA .....	5
Figure 4 : Méthode de l'ASPEC .....	6
Figure 5 : Méthode de l'IRSST.....	6
Figure 6 : Simulation numérique des vitesses à l'intérieur de la chambre d'empoussièrement.....	8
Figure 7 : Diagramme résumant les procédures à suivre pour la maintenance d'un système CVCA .....	12



## 1. INTRODUCTION

Les systèmes de ventilation peuvent être des sources potentielles de polluants par l'accumulation de poussière dans leurs réseaux. Les pressions se font de plus en plus fortes par les occupants pour que leurs systèmes de ventilation soient exempts de saletés et de poussières. Les gestionnaires d'édifices font ainsi face à une gamme de propositions de la part des compagnies dites spécialisées dans le nettoyage et peuvent difficilement prendre une décision car il y a peu d'informations sur les méthodes reconnues ou standardisées pour juger de l'empoussièremement d'un système. Idéalement, les systèmes de ventilation devraient être maintenus dans des conditions de propreté optimales. Pour cela, il est important de disposer d'outils permettant de mesurer la quantité de poussière qui s'est déposée dans les réseaux de ventilation afin de permettre un entretien optimal des installations. Dans tous les cas, un diagnostic objectif permet d'éviter des nettoyages de réseaux inutiles, ou au contraire permet de choisir les méthodes de nettoyage si une mise en propreté s'avère nécessaire (1).

Aux États-Unis et au Canada, le déclenchement du nettoyage des réseaux aérauliques est basé actuellement sur l'inspection visuelle (2,3). Toutefois, ces critères sont subjectifs et peu pratiques dans le cas de travaux de grande envergure. En 2005, l'organisme américain National Air Duct Cleaner Association (NADCA), a publié des critères d'acceptation de propreté après nettoyage. Par contre, ces critères sont inutiles si l'on veut savoir quand débiter le nettoyage des réseaux des systèmes CVCA (4). De même, ces critères ne peuvent être appliqués que sur des surfaces métalliques rigides et non poreuses.

L'association pour la prévention et l'étude de la contamination (ASPEC) de France, a publié un guide sur le maintien en propreté des réseaux aérauliques non poreux pour salles propres et environnements maîtrisés apparentés (1). Dans ce guide, des critères de déclenchement pour les locaux tertiaires (édifices à bureaux) et la méthode utilisée sont rapportés pour différents pays. Le tableau 1 présente ces critères.

On note dans ce tableau que les critères réfèrent à différentes méthodes de prélèvement de la poussière, rendant par conséquent les comparaisons difficiles. Selon l'ASPEC, ces méthodes ne peuvent être appliquées que sur des conduits rigides et non poreux de dimensions suffisantes, i.e., plus grands que 30 cm de diamètre pour les composantes rondes; de plus, les conduits doivent être horizontaux, enfin, les parois doivent être sèches (1). Les prélèvements doivent être réalisés sur une couche de poussière répartie sur le plan du radier et non sur un amas de poussière (1). De même, les méthodes de prélèvement présentent certaines lacunes, dont notamment l'absorption d'humidité de l'air par les membranes de prélèvement en esters de cellulose et les pertes de poussière sur les parois des cassettes et des tubes de prélèvement.

Une méthode visant à éliminer ces deux problèmes consisterait à peser une cassette de prélèvement au complet telle la cassette IOM (SKC Inc. Eighty Four, PA, USA) équipée d'une membrane en chlorure de polyvinyle. Nous comparerons cette nouvelle technique aux systèmes de prélèvement mentionnés dans la littérature, afin de choisir la méthode la plus appropriée.

Tableau 1 : Critères de déclenchement du nettoyage des conduits non poreux (1)

Pays	Nettoyage basé sur la masse surfacique (g/m <sup>2</sup> )	Nettoyage basé sur l'épaisseur (µm)	Critère post nettoyage (g/m <sup>2</sup> )	Méthode de prélèvement
États-Unis (NADCA 2005)	-	-	0,075	Membrane à 15L/min (cassette ouverte)
Grande-Bretagne (1998)	Soufflage et reprise: 1 extraction: 6	Soufflage et reprise : 60 extraction : 180	0,1	Membrane à 15 L/min
Finlande (1995)	Soufflage et reprise: 2 extraction: 5	-	-	Membrane à 15L/min (avec tube)
France ASPEC (2004)	Soufflage et reprise: 0,4 extraction: 6	-	0,1	Membrane à 15L/min (avec tube)

Les objectifs de cette recherche sont de reproduire en laboratoire différents niveaux d'empoussièrement dans des conduits métalliques non poreux des systèmes CVCA, de comparer une nouvelle méthode de prélèvement de poussières surfaciques dans les conduits avec celles citées dans la littérature, de comparer les méthodes d'évaluation numérique à la méthode visuelle et d'en fixer les modalités d'application.

## 2. MÉTHODOLOGIE

Les étapes de ce projet sont : 1<sup>o</sup>) mettre au point la chambre et la technique d'empoussièremment, 2<sup>o</sup>) **comparer** les méthodes de prélèvement surfacique de la poussière et 3<sup>o</sup>) déterminer une concentration limite pour le déclenchement du nettoyage.

### 2.1 Mise au point de la chambre d'empoussièremment

Une étude préliminaire entreprise au cours de l'été 2004 à l'IRSST a permis de développer une chambre de simulation de l'empoussièremment de conduits en laboratoire (5). La figure 1 présente cette chambre. Sa dimension est de 92 cm de longueur par 30,5 cm de hauteur par 30,5 cm de profondeur. Les conduits ont 15,2 cm de diamètre.

Cette chambre a été conçue avec des surfaces lisses et non poreuses. Elle est aussi équipée d'un générateur de poussière PALAS RBG 1000. La poussière utilisée est une poussière standard recommandée par l'ASHRAE (6). Elle est constituée de :

- 72% de poussière fine d'essai (poussière de route de l'Arizona);
- 23% de poudre de carbone (Molocco black);
- 5% de bourres de coton numéro 7.

Les travaux entrepris en 2004 par l'IRSST ont démontré qu'on pouvait obtenir à partir d'une telle chambre des concentrations connues et uniformes de poussières (5).

Toutefois, afin d'optimiser la qualité des dépôts, différentes améliorations ont été apportées à ce système. Les modifications suivantes ont été effectuées (7,8):

- allongements maximaux des sections à l'entrée et à la sortie;
- élimination des aspérités et joints intérieurs;
- déplacement du ventilateur afin d'éliminer les fuites;
- ajout d'un orifice de 76 mm de diamètre à l'entrée de la chambre afin de détendre au maximum l'écoulement;
- déplacement du générateur.



Figure 1 : Chambre d'empoussièrement actuelle

## 2.2 Méthodes de prélèvement

Douze substrats témoins (filtres en aluminium de 47 mm de diamètre, MSP Corp., Shoreview, MN, USA) répartis stratégiquement sur la surface du radier ont été pris à chaque essai d'empoussièrement. Un gabarit recouvrant entièrement le fond de l'enceinte permettait d'insérer des filtres témoins et de s'assurer qu'ils ne perturbaient pas l'écoulement. La figure 2 présente leur disposition sur la plaque.



Figure 2 : Répartition des substrats témoins

Trois méthodes de prélèvement ont été évaluées dans la chambre d'empoussièrement. La première est celle de la NADCA (4). Elle consiste à aspirer les poussières sur une surface de conduit prédéfinie de 100 cm<sup>2</sup> (2 surfaces de 50 cm<sup>2</sup>) à partir d'un gabarit de 0,381 mm d'épaisseur et à les recueillir sur une membrane pré-pesée en esters de cellulose de 0,8 µm de porosité montée dans une cassette ouverte de 37 mm de diamètre (SKC Inc. Eighty Four, PA, USA) (Figure 3).



**Figure 3 : Méthode de la NADCA**

La deuxième méthode de prélèvement est celle de l'ASPEC (1). Elle consiste en une membrane d'ester de cellulose de 0,8 µm de porosité montée dans une cassette fermée de 37 mm (SKC Inc. Eighty Four, PA, USA) reliée à un tube biseauté. La surface de conduit aspirée est de 100 cm<sup>2</sup>. La figure 4 présente cette méthode.

La troisième méthode est celle suggérée par l'IRSST. Elle utilise une tête de captation en plastique moulé IOM (SKC Inc. Eighty Four, PA, USA). Dans cette dernière, est insérée une cassette pré-pesée de 25 mm de diamètre, comprenant une membrane en chlorure de polyvinyle ayant 0,8 µm de porosité (SKC Inc. Eighty Four, PA, USA). Les pertes sur les parois sont ainsi éliminées. Afin de pouvoir comparer cette méthode à celle de la NADCA, un gabarit spécialement conçu permet de maintenir une distance de 0,381 mm entre la tête de captation et la surface. La surface aspirée est dans ce cas-ci de 62 cm<sup>2</sup>. La figure 5 présente cette dernière méthode. Les débits de prélèvement étaient de 15 L/min pour les trois méthodes.



**Figure 4 : Méthode de l'ASPEC**



**Figure 5 : Méthode de l'IRSST**

Les avantages et inconvénients de ces trois méthodes sont mentionnés au tableau 2.

**Tableau 2 : Avantages et inconvénients des méthodes**

<p>NADCA Vaccum test (membrane en esters de cellulose dans une cassette ouverte de 37 mm ; 15 L/min) (2005)</p>	Avantages	- Méthode reconnue en hygiène du travail
	Inconvénients	- De la poussière se colle sur les parois de la cassette - la membrane en esters de cellulose est fragile et sensible à l'humidité
<p>Méthode française ASPEC (membrane en esters de cellulose dans une cassette fermée de 37 mm reliée à un tube biseauté; 15 L/min) (2004)</p>	Avantages	- Le tube biseauté est plus facile d'utilisation
	Inconvénients	- Le filtre en esters de cellulose est sensible à l'humidité - On observe un dépôt sur les parois du tuyau et de la cassette - Le fait de devoir coller le tuyau sur la surface fait que l'on peut prendre plus de poussière
<p>Méthode de l'IRSST (membrane en CPV dans une cassette IOM de 25 mm; 15 L/min)</p>	Avantages	- Le filtre est en CPV (insensible à l'humidité) - Tout l'intérieur de la cassette est pesé
	Inconvénients	- Il faut modifier le gabarit à la circonférence de la cassette - La cassette est sensible à l'humidité
<p>Inspection visuelle (Lavoie et Lazure 1994; CHQ 2005)</p>	Avantages	- Cette méthode consiste à évaluer la propreté des réseaux selon 3 échelles (1=propre; 2= au-dessus de la normale; 3= accumulations graves) - Rapide et utile pour les réseaux poreux ou non
	Inconvénients	- Méthode subjective

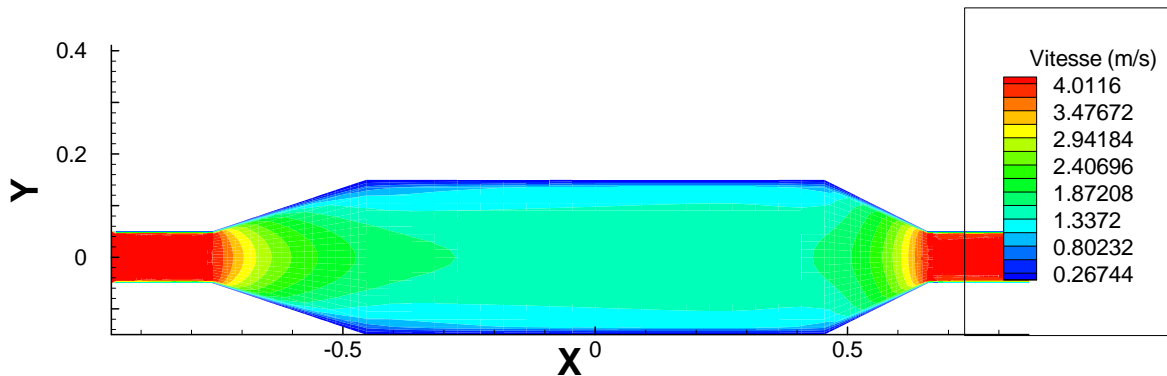
### 2.3 Simulation des dépôts et prélèvements surfaciques

Neuf prélèvements (3 par méthode) ont été effectués pour chacun des dépôts simulés dans la chambre d'empoussièrement afin de comparer les méthodes entre elles (tests pairés «t» de Student sur distribution bi-latérale). Au total, 19 essais de déposition différents ont été compilés. Les tests ont été faits sur les log naturels à cause des distributions log-normale des données.



Mulhausen and Damiano (1998) ont estimé que 6 à 10 mesures permettent d'estimer de façon convenable une moyenne et un écart type (9). Ces essais ont été établis en faisant varier le temps de fonctionnement du générateur.

La vitesse moyenne de l'air dans la chambre d'empoussièrment mesurée avec un anémomètre à fil chauffant (TSI Inc., modèle 8384, Shoreview, MN, USA) était de 0,66 ( $\pm 0,2$ ) m/sec (calculée à partir de 180 points de mesure). La précision de cet instrument est de  $\pm 3\%$ . La figure 6 représente la simulation numérique des vitesses dans toute la chambre avec l'aide du logiciel Fluent 6.2 (10).



**Figure 6 : Simulation numérique des vitesses à l'intérieur de la chambre d'empoussièrment**

Les pesées ont été réalisées en utilisant la méthode standard de l'IRSST (11). La valeur minimale rapportée de cette méthode est de 25  $\mu\text{g}$ .

## 2.4 Inspection visuelle

Parallèlement à ces prélèvements de poussières, une évaluation subjective basée sur l'inspection visuelle a été faite par un comité d'experts formé de spécialistes provenant de différentes disciplines associées à la qualité de l'air. En plus des trois responsables de cette activité sur quatre, ce comité a été constitué de quatre autres spécialistes (chimiste, hygiéniste certifié, ingénieur en bâtiment et microbiologiste), tous de l'IRSST. Cette appréciation a été faite à partir de la visualisation directe des dépôts, dont les concentrations leur étaient inconnues. Elle a porté sur une échelle à trois niveaux qui correspondent à niveau 1 ou normal, qui se caractérise par des conduits propres ou possédant une mince couche uniforme de poussière, niveau 2 ou au-dessus de la normale, caractérisé par une couche uniforme et des accumulations localisées et niveau 3 ou grave, qui se caractérise par des accumulations importantes (12,13). Le niveau 2 correspond à la concentration (ou plage de concentration) limite pour le déclenchement du nettoyage.



### 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Critère de déclenchement

Le tableau 3 présente les résultats des pesées corrigées des substrats témoins. La valeur minimale utilisée dans le calcul des concentrations est la valeur minimale rapportée de la méthode, 25 µg divisée par la racine carré de 2 (14,15).

Les tests de comparaison pairés «t» de Student sur les ln entre le premier tiers et le deuxième tiers ( $p \leq 0,185$ ), entre le premier tiers et le troisième tiers ( $p \leq 0,279$ ) et entre le deuxième tiers et le troisième tiers ( $p \leq 0,393$ ) sont tous non significatifs. Les dépôts sont donc considérés uniformes tout le long du radier.

**Tableau 3 : Pesées corrigées<sup>1</sup> (mg) des substrats témoins d'aluminium pour les 22 essais**

1 <sup>er</sup> tiers du radier	2 <sup>e</sup> tiers du radier	3 <sup>e</sup> tiers du radier
0,004	0,020	0,111
0,004	0,020	0,111
36,375	34,661	30,895
5,509	5,329	5,883
12,545	11,976	10,053
3,625	3,501	3,218
20,579	19,366	17,902
8,510	8,410	7,342
4,825	4,939	4,857
3,228	3,273	3,289
2,367	2,749	2,775
5,576	5,995	5,703
6,464	6,551	6,307
12,979	12,913	11,773
24,551	23,127	21,096
5,535	5,765	5,024
2,546	2,882	2,780
7,368	7,183	7,235
9,360	9,158	8,072
5,399	5,412	5,150
28,045	25,659	23,138
31,430	27,336	25,362

<sup>1</sup>: Chacune de ces valeurs représente une moyenne de six pesées (n = 396)

Le tableau 4 présente les comparaisons des votes moyens du comité d'experts en relation avec les pesées moyennes pour chacune des méthodes évaluées, incluant les substrats témoins.

**Tableau 4 : Résultats de l'évaluation des 3 méthodes (mg/100 cm<sup>2</sup>) en fonction du vote du comité d'experts**

Substrats témoins	IOM (IRSST)	ASPEC	NADCA	VOTE (n=7)
2,638	4,022	0,746	0,692	1,0
2,744	2,350	0,864	0,662	1,0
3,256	2,054	1,314	0,311	1,3
3,464	1,097	1,139	0,732	1,1
4,882	1,506	2,443	1,255	1,2
5,375	4,107	2,260	1,461	1,7
5,449	5,170	2,891	2,380	1,4
5,582	4,232	1,865	1,855	1,0
5,750	6,238	2,859	1,998	1,6
6,472	4,142	2,444	1,623	1,8
7,270	6,120	3,426	1,711	2,1
8,111	6,283	3,638	2,344	1,7
8,848	5,688	4,303	3,252	1,9
11,517	10,773	7,859	4,944	1,3
19,275	14,790	12,217	10,870	2,3
22,940	15,303	12,920	13,379	2,8
25,569	13,816	15,759	15,500	2,9
28,050	24,071	11,744	16,065	2,6
33,993	31,362	24,704	19,229	2,0

Ainsi, pour un vote moyen de 1,6 sur l'échelle de trois se rapprochant du niveau 2 qui se caractérise par une couche uniforme et des accumulations localisées, les valeurs correspondantes sur le tableau 4 sont de 2,0 mg/100 cm<sup>2</sup> pour la méthode de la NADCA, de 3,0 mg/100 cm<sup>2</sup> pour celle de l'ASPEC et de 6,0 mg/100 cm<sup>2</sup> pour celle de l'IRSST. Ces méthodes ont donné des valeurs de prélèvements surfaciques significativement différentes ( $p \leq 0,05$ ) les unes des autres. Malgré qu'il existe en général une différence significative entre les pesées des substrats témoins et la méthode IRSST, une même valeur est obtenue pour ces deux méthodes, soit 6,0 mg/100 cm<sup>2</sup> pour un vote de 1,6. Toutefois, les pesées des substrats témoins donnent de meilleurs résultats pour les concentrations supérieures à 10 mg/100 cm<sup>2</sup> de poussières (réf. tableau 4).

### 3.2 Modalité d'application

À partir de la littérature et de l'expertise des personnes consultées, une méthodologie des critères de déclenchement peut être suggérée. Elle se base sur celle déjà établie pour les autres critères (1,4). Ces critères s'appliquent pour les conduits, les composantes de la centrale de traitement d'air et les éléments installés dans les conduits, tels les boîtes terminales et les volets (1,4). Les parois des conduits et des composantes doivent être métalliques rigides et non poreuses (4,12). Les prélèvements doivent être réalisés sur une couche de poussière répartie sur le plan du radiateur et non sur un amas de poussière (1). Les conduits doivent être de dimension suffisante pour

réussir les prélèvements. Ils doivent être horizontaux et plans et les parois doivent être sèches (1,12). La centrale de traitement d'air doit être à l'arrêt (1,4,12). Pour le moment, ces critères ne s'appliquent pas pour les conduits d'extraction.

Selon l'ASPEC, le nombre minimal de points de prélèvements surfaciques recommandés est de trois par système (1) :

- En amont du premier étage de filtration;
- En fin de centrale, au départ du soufflage;
- Au niveau de la diffusion terminale dans la pièce, à la limite d'accessibilité sur le conduit aérodynamique.

Le résultat du prélèvement en amont du premier étage de filtration, qu'il soit inférieur ou supérieur au critère de déclenchement proposé, ne permet pas de prendre de décision (1). Si l'un des résultats pour l'un des deux autres endroits proposés est supérieur au critère, une opération de nettoyage de l'ensemble du réseau est requise (1). Des points de prélèvement optionnels peuvent être choisis, en fonction de la configuration rencontrée, en particulier lorsqu'en présence d'une perturbation ou d'un obstacle (ex. : orifices béants, sondes, volets coupe-feu, registres de réglage). Notons que les conduits d'extraction ne font pas partie de l'ensemble du réseau.

Selon la NADCA, (2005), pour les systèmes CVCA comprenant plusieurs centrales de traitement d'air, un nombre représentatif de ces centrales doit être inspecté. Toutes les composantes d'une centrale de traitement d'air doivent être inspectées, incluant les filtres, les chambres de mélange, les serpentins de refroidissement, les bassins, les systèmes d'humidification, l'isolation acoustique, les ventilateurs, les joints d'étanchéité des portes, les volets, etc. (4). Également, pour les systèmes qui possèdent plusieurs composantes, le tableau 5 donne le nombre de composantes à inspecter par système (12). Par exemple, ces composantes comprennent les conduits (principaux et secondaires) et tous les éléments installés dans les conduits, comme les boîtes terminales, les serpentins de réchauffage, les volets coupe-feu, les volets motorisés, les volets d'équilibrage. Pour les conduits et les composantes de la centrale de traitement d'air isolés par l'intérieur, l'inspection visuelle demeure la meilleure méthode (1,4,12).

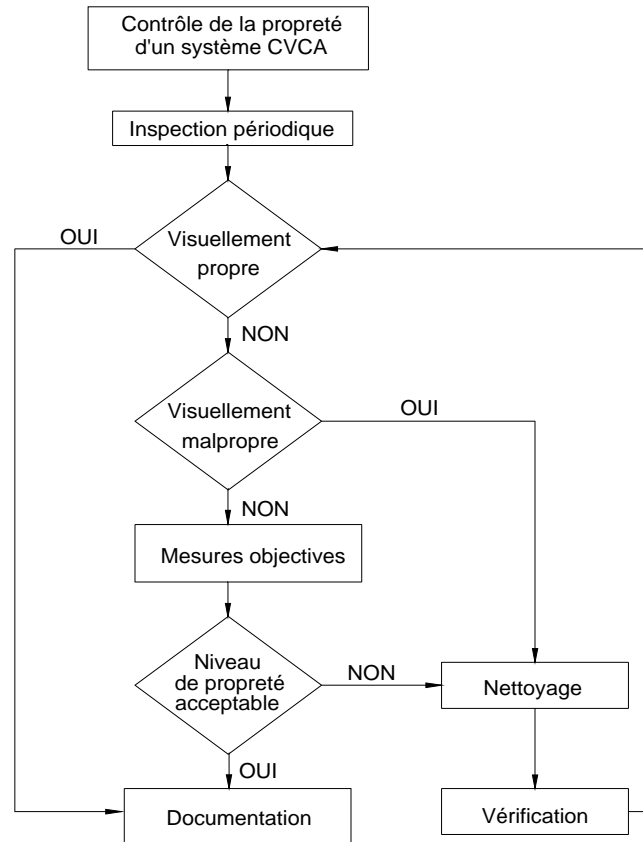
**Tableau 5 : Nombre de composantes à inspecter par système CVCA**

Nombre total de composantes	Nombre de composantes inspectées
< 10	5
11 à 50	5 + 20% du nombre total
51 à 100	15 + 15% du nombre total
> 100	30 + 10% du nombre total

D'une façon plus pratique, la figure 7 résume la façon de procéder, lors des inspections des systèmes CVCA. Seulement les endroits sales devraient être nettoyés. Ce diagramme, inspiré de Holopainen, (2004), résume la procédure à suivre pour maintenir propre un système CVCA (16).

Mentionnons également que ces critères ne devraient pas être utilisés pour des systèmes CVCA nouvellement installés. Pour ces situations, nous recommandons d'utiliser le critère postnettoyage de la NADCA qui est de  $0,75 \text{ mg}/100\text{cm}^2$  (4).

Pour tout prélèvement, l'intervenant doit être muni des équipements de protection individuelle (combinaison propre ou jetable, gants, lunettes de sécurité étanches, appareil de protection respiratoire jetable, couvre cheveux) (1,4).



**Figure 7 : Diagramme résumant les procédures à suivre pour la maintenance d'un système CVCA**

### 3.3 Portées et limites

Cette étude a été réalisée dans des conditions en laboratoire avec de la poussière standard de l'ASHRAE (6). Évidemment, la méthode préconisée par l'IRSST demande des ajustements avant d'être utilisée commercialement. Entre autres, le poids du plastique, sur lequel est fixé le filtre, est beaucoup influencé par les taux d'humidité relative (17). Il faudrait utiliser du plastique, comme du chlorure de polyvinyle, qui est beaucoup moins sensible à l'humidité.

La prochaine étape consistera à valider ces critères expérimentaux avec de la vraie poussière de systèmes CVCA. Les critères de déclenchement du nettoyage des conduits d'extraction pourront aussi être validés dans cette prochaine étude. La littérature sur le sujet mentionne des critères de l'ordre de  $50$  à  $60 \text{ mg}/100\text{cm}^2$  (1). Il serait aussi pertinent de développer ou d'évaluer

l'utilisation des instruments à lecture directe, tels des photomètres, afin de mesurer les épaisseurs des dépôts et de les relier aux mesures pondérales. Ces instruments éviteraient de faire appel à des laboratoires spécialisés et qualifiés pour effectuer les pesées (10).



## 4. CONCLUSION

Les critères numériques de déclenchement du nettoyage des systèmes CVCA à parois métalliques rigides lisses et non poreuses ont été déterminés par une étude en laboratoire. Cette étude démontre que chacune des méthodes est utilisable, mais avec son critère de déclenchement correspondant. Toutefois, la méthode préconisée par l'IRSST pourrait faire appel à certains ajustements avant d'être disponible commercialement. En outre, ces méthodes devront être validées avec des systèmes de ventilation réels et de la vraie poussière provenant d'immeubles occupés.





## **5. REMERCIEMENTS**

Nous tenons à remercier madame Lise Brière pour la révision linguistique ainsi que membres du comité de spécialistes ayant fait l'inspection visuelle, mesdames Nicole Goyer et Geneviève Marchand et messieurs Louis Lazure, ing. et Simon Aubin, tous de l'IRSST. Nos remerciements également à M. Gérald Boily, ing. de la Corporation d'hébergement du Québec ainsi qu'à M. Donald Bergeron du groupe Environair, M. Alain Vigneault du Groupe Airaction, M. Daniel Lauzon du Groupe Danco Télévac, M. Pierre Laurin d'Hydrauliques R & O Services inc., tous représentants des différentes compagnies d'entretien des systèmes de ventilation pour avoir participé aux réunions du comité de suivi.



## 6. RÉFÉRENCES

1. ASPEC. 2004. Maintien en propreté des réseaux aéraulique pour salles propre et environnements maîtrisés apparentés, Association pour la prévention et l'étude de la contamination, France, mars.
2. Brosseau, L.M., Vesley, D., Kuehn et al.. 2000. Methods and Criteria for Cleaning Contaminated Ducts and Air-Handling Equipment. ASHRAE Transaction 4335 (RP-759) pp. 188-199.
3. Lavoie, J. and Lazure, L. 1994. Guide for the Prevention of Microbial growth in Ventilation Systems, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec, Technical guide RG-089.
4. NADCA. 2005. Assessment, Cleaning, & Restoration of HVAC Systems. ACR 2005. National Air Duct Cleaner Association, Washington, DC, 36 p.
5. Delahaye, S. 2004. Mise au point d'une méthode d'empoussièrement simulée des conduits de ventilation. Rapport de stage réalisé à l'IRSST et remis à l'Institut Universitaire Technique St-Jérôme de Marseille, France, pour l'obtention de son diplôme universitaire en technologie (dut), 106 pages.
6. ASHRAE. 1992. Gravimetric and dust-spot procedures for testing air cleaning devices used in general ventilation for removing particulate matter. Atlanta, American society of heating, Refrigerating, and Air conditioning Engineers, Inc. (ANSI/ASHRAE standard 52.1-1992).
7. Sippola, M.R. and Nazaroff, W. 2004. Experiments measuring Particle Deposition from Fully Developed Turbulent Flow in ventilation ducts. Aerosol Science and technology Vol. 38, pp. 914-925.
8. Sippola, M.R. and Nazaroff, W. 2005. Particle deposition in ventilation Ducts: Connectors, Bends and Developing Turbulent Flow. Aerosol Science and Technology Vol. 39, pp.139-150.
9. Mulhausen J.R. and Damiano, J. (1998). A Strategy for assessing and Managing Occupational Exposures, AIHA Press, Stock No.327-EA-98, Fairfax VA, 345 p.
10. Logiciel Fluent 6.2. 2005. Computational Fluid Dynamics Software and Consulting Services, Lebanon, NH.
11. IRSST. 1985. Mesure de concentrations pondérales en poussières respirables et totales. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Notes et rapports scientifiques et techniques, méthode 48-1, Montréal.
12. Goyer, N., Lavoie, J., Lazure, L. et al. 2005. La qualité de l'air dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec, guide RG-410, 148 pages.

13. North American Insulation Manufacturers Association (NAIMA). (1993). Cleaning Fibrous Glass Insulated Air Duct Systems. Recommended practice. Alexandria, VA, 40 p.
14. Finkelstein, M.M. and Verma, D.K. (2001). Exposure estimation in the presence of non-detectable values: another look. *American Industrial Hygiene Association Journal* Vol. 62, (2) pp.195-198.
15. Rao, S.T., Ku, J-Y., Rao, K.S. (1991). Analysis of toxic air contaminant data containing concentrations below the limit of detection. *Journal of the Air and Waste Management Association* 41(5):442-448.
16. Holopainen, R. (2004). Dust in ventilation ducts: accumulation, measurement and removal. Dissertation for the degree of Doctor of Science in Technology, Helsinki University of Technology, Report A9, 57 pages.
17. Lidén, G., Bergman, G. (2001). Weighing imprecision and handleability of the sampling cassettes of the IOM sampler for inhalable dust. *Ann. Occup. Hyg.*, 45(3)241-252.