

Validation, dans des conditions réelles, des critères de déclenchement du nettoyage des systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA)

Par: Jacques Lavoie, Yves Cloutier, Geneviève Marchand et Yves Beaudet, IRSST;

Jérôme Lavoué, Centre de recherche du CHUM

- Selon la Federation of European Heating and Air-Conditioning Associations (REHVA, 2007), les conditions de l'environnement intérieur influencent substantiellement la santé et la productivité des occupants
- Les systèmes de ventilation peuvent être des sources potentielles de polluants à l'intérieur d'un édifice
- Des conduits poussiéreux peuvent entraîner une sur-consommation d'énergie, une diminution des débits d'air et des mauvais fonctionnements des systèmes



La santé et la productivité sont prioritaires dans les édifices

Une mauvaise qualité de l'air réduit la productivité et conséquemment les profits (REHVA, 2007)



- Il y a donc de bonnes raisons économiques à maintenir une bonne qualité de l'air dans les édifices
- Selon la REHVA, les systèmes de ventilation devraient être inspectés régulièrement et nettoyés si la quantité de poussière accumulée dépasse une limite acceptable



### Fiabilité des méthodes

0 % 100% Aspiration + filtre; essuyage avec un chiffon Méthode gravimétrique avec ruban adhésif Ruban adhésif recouvert de gel + méthode optique Inspection visuelle avec barème de référence Inspection visuelle

(source: REHVA Guidebook NO 8, 2007)



- La US-EPA (2001) ne recommande pas le nettoyage routinier des systèmes CVCA mais seulement lorsque nécessaire
- > Le problème est : quand est-ce que c'est nécessaire ?



Il y a absence de méthodes reconnues ou standardisées pour évaluer la propreté des systèmes

En Amérique du nord, l'initiation du nettoyage des systèmes CVCA est subjective

basée sur l'inspection visuelle



- En 2006, la NADCA a publié des critères de propreté des conduits après nettoyage
- Ces critères sont inutiles pour le démarrage du nettoyage
- Des méthodes de diagnostic objectives sont nécessaires pour éviter des nettoyages inutiles et pour choisir le bon critère de déclenchement du nettoyage



Quelques critères de nettoyage ont été proposés dans la littérature:

Grande Bretagne (1998)
Finlande (1995)
France (ASPEC 2004)
U.S. (NADCA 2006)



### Critères de nettoyage des systèmes CVCA

Pays	Nettoyage basé sur la masse surfacique (g/m²)	Nettoyage basé sur l'épaisseur (µm)	Critère post nettoyage (g/ m²)	Méthode de prélèvement
États-Unis (NADCA 2006)	_	_	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)

(Source: ASPEC, 2004)



# Critères

- Les prélèvements doivent se faire sur des couches uniformes de poussières, sur la surface non poreuse du bas (le radier)
- Ces méthodes de prélèvement ont certaines lacunes:
  - L'absorption de l'humidité de l'air par les membranes en ester de cellulose affecte la pesée
  - L'adhésion de la poussière sur les parois des cassettes et des tubes de prélèvement



# www.irsst.qc.ca

# Accumulation de poussière





# Étude en laboratoire (R-525, 2007)

#### Les objectifs étaient :

De reproduire, en laboratoire, différentes concentrations de poussière sur la surface d'un conduit métallique non poreux

- De comparer différentes méthodes de prélèvement de surfaces citées dans la littérature
- De comparer ces méthodes d'évaluations numériques (objectives) avec la méthode visuelle (subjective)
- > De proposer un critère numérique (objectif) pour déclencher le nettoyage des conduits



# Conclusion (étude labo.)

- Cette étude a démontré que les trois méthodes sont valables, en autant que son propre critère soit utilisé
- ▶ Toutefois, cette conclusion est basée sur des conditions idéales, en laboratoire, avec une poussière de référence
- Elle demande donc une validation sous des conditions réelles, dans de vrais conduits



# Objectifs

- Valider les résultats de laboratoire sur le terrain
- Comparer les 3 méthodes de prélèvement dans des conditions réelles
  - > NADCA
  - > ASPEC
  - > IRSST
- Comparer les valeurs numériques obtenues avec celles de l'inspection visuelle
- Comparer les conduits d'alimentation et de retour
- > Proposer un critère objectif (i.e., numérique) pour déclencher le nettoyage



# Méthode

- ▶ 44 sites ont été évalués, pour un total de 132 prélèvements (44 sites X 3 méthodes)
- Onze de ces 44 sites étaient des conduits de retour
- Des log-ANOVA à 2 facteurs (conduits et méthodes) et 3 niveaux (concentrations de poussière de surfaces avec les trois méthodes) ont été calculés afin de trouver des différences statistiquement significatives (p≤0,05)



# Méthode

Des régressions ont été effectuées et les degrés de corrélation établis afin d'évaluer la relation entre les 3 méthodes

L'accord entre les experts lors de leurs évaluations visuelles a été quantifié par le calcul de l'indice Krippendorff's alpha



# Évaluation visuelle

### Accumulation de poussière surfacique

- L'évaluation visuelle a été réalisée par 7 experts (chimistes, CIH, hygiéniste, ingénieur en bâtiment, microbiologiste)
- Même comité d'experts que celui de l'étude en laboratoire
- Cette évaluation a été faite à partir de la visualisation des dépôts provenant des photos prises sous l'angle parallèle et perpendiculaire des composantes



# 3 niveaux

#### Niveau 1

- Normal
  - Conduits propres ou possédant une mince couche uniforme de poussière



#### Niveau 2

- Au dessus de la normale (critère de nettoyage)
  - Couche uniforme plus épaisse et des accumulations localisées

#### Niveau 3

- Grave
  - Correspond à des accumulations importantes

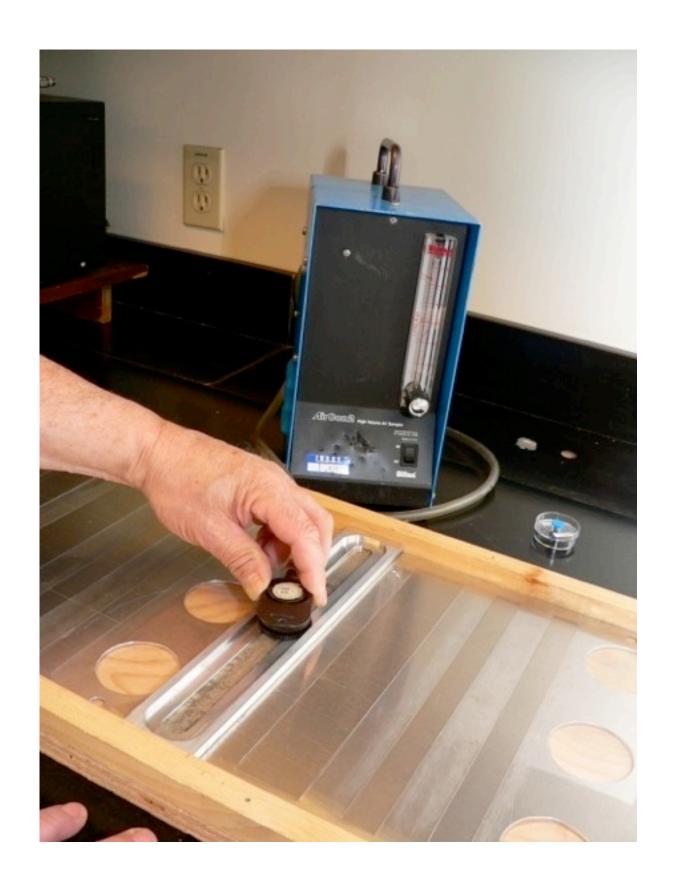




# Méthode de mesure

### Méthode de l'IRSST (cassette IOM)

Membrane en CPV, 15 L/min, cassette de 25 mm, gabarit de 33,8 cm² de surface





# Méthode de mesure

#### Méthode de l'ASPEC

Membrane en CPV de 37 mm, cassette fermée et reliée à un tube biseauté, débit de 15 L/min sur une surface pré-définie de conduit de 50 cm²





# Méthode de mesure

#### Méthode de la NADCA 2006

Membrane en ester de cellulose de 37 mm, cassette ouverte, débit de 15 L/min sur une surface pré-définie de 100 cm² à partir d'un gabarit





# /ww.irsst.gc.ca

# Accumulation de poussière



Gabarit



# Résultats

Condition	IRSST	ASPEC	NADCA
Critères <sup>1,2</sup>	0,6	2,3	0,2
terrains			
Critères <sup>2</sup>	0,6	0,3	0,2
laboratoires			

(en g/m<sup>2</sup>)

- <sup>1</sup>: Moyennes Géométriques de 20 conduits sur 44 qui ont obtenu comme évaluation visuelle une valeur médiane de 2
  - <sup>2</sup>: Différences statistiquement significatives entre les 3 méthodes (p<0, 001; F = 9,5)



# Résultats

- Des corrélations statistiquement significatives existent entre les 3 méthodes
  - Le coefficient de corrélation entre les méthodes de l'IRSST et de la NADCA est de 0,74 (p≤0,001, F = 51,01)
  - Celui entre l'IRSST et l'ASPEC, 0,67 (p≤0,001, F = 33,68)
  - Entre l'ASPEC et la NADCA, 0,83 (p≤0,001. F = 90,89)
- Cela signifie que n'importe quelle des trois méthodes peut être utilisée, en autant qu'on la compare avec son critère de déclenchement de nettoyage correspondant



# Résultats

#### Conduits de retour

- L'hypothèse que les conduits de retour sont plus poussiéreux que ceux de l'alimentation a également été vérifiée
- ▶ 11 conduits de retour ont été comparés avec 33 conduits d'alimentation avec un log-ANOVA
- > Aucune différence statistiquement significative n'a été demontrée



# Fiabilité des experts

L'indice Krippendorff alpha calculé = 0,37

Un indice de 1 indique que les experts ont tous donné la même valeur pour chacun des conduits évalués visuellement

Un indice de 0 indique l'absence de concordance

▶0,37 correspond tout au plus à un accord modéré entre les experts



# Portées et limites

La méthode de l'ASPEC est la même que celle recommandée dans la norme de l'ASTM D7144 pour la collecte de poussière de surface

Avec un débit de 2,5 L/min, les pertes dans les tubes sont significatives

Ce système est sensible aux manipulations, à la poussière de l'environnement et à la quantité prélevée



# Portées et limites

Les auteurs mentionnent que l'utilisation d'un débit > 10L/min devrait augmenter significativement l'efficacité de prélèvement

Nos méthodes utilisent 15 L/min

Selon ces mêmes auteurs, aucune méthode n'est parfaite (Ashley, K., et coll., JOEH 4:215, 2007)



# Conclusion

Les méthodes d'évaluations numériques d'empoussièrements surfaciques ont été comparées avec la méthode visuelle dans des conditions réelles

Les critères numériques de déclenchement du nettoyage ont été déterminés

N'importe quelle méthode peut être utilisée si on la compare avec son critère de déclenchement correspondant



## Conclusion

- Ces critères de déclenchement du nettoyage dans des conditions réelles sont:
  - Pour la NADCA: 0,2 g/m²
  - Pour l'ASPEC: 2,3 g/m²
  - Pour l'IRSST: 0,6 g/m²
- Ces critères sont tous significativement différents l'un de l'autre
- C'est la méthode de l'ASPEC qui donne la plus grande valeur et le plus petit écart-type

