

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Évaluation de l'impact sur la QAI des appareils de ventilation équilibrés avec ventilateurs-récupérateurs de chaleur (VRC) et/ou ventilateurs-récupérateurs d'énergie (VRÉ) du secteur résidentiel
Magee, Robert; Sultan, Zuraimi; Nilsson, Gregory

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

<https://doi.org/10.4224/21105050>

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :
<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=2b078d46-2a69-48f9-b8e5-4a4f8481d1a6>
<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=2b078d46-2a69-48f9-b8e5-4a4f8481d1a6>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at <https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site <https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.



Évaluation de l'impact sur la QAI des appareils de ventilation équilibrés avec ventilateurs-récupérateurs de chaleur (VRC) et/ou ventilateurs-récupérateurs d'énergie (VRÉ) du secteur résidentiel

Robert Magee, Zuraimi Sultan, Gregory Nilsson

Préparé pour : Gouvernement du Canada,
Programme sur la qualité de l'air, Initiative air intérieur,
Evaluation de solutions QAI en soutien à l'innovation industrielle

Date de publication : 17 juillet 2012

Canada

Avis

Cette méthode d'essai a été mise au point par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) afin d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air intérieur des appareils de ventilation « équilibrés » avec ventilateurs-récupérateurs de chaleur (VRC) et/ou ventilateurs-récupérateurs d'énergie (VRÉ) du secteur résidentiel. Ce projet a été financé en partie par le programme sur la qualité de l'air du Gouvernement canadien, par l'initiative sur la qualité de l'air intérieur (QAI) du CNRC et représente l'un des trois protocoles d'évaluation de l'efficacité des solutions en matière de QAI. Ce protocole a été préparé par des chercheurs du CNRC sous l'égide d'un comité consultatif technique (CCT) *ad hoc* dont les membres comprenaient des participants représentant des organismes fédéraux et provinciaux, des associations industrielles, des organisations non gouvernementales (ONG), des administrations municipales et des associations canadiennes de normalisation. Nous remercions vivement les membres du CCT (répertoriés ci-dessous) pour leurs contributions.

La conformité à la méthode d'essai et à l'interprétation des données développée dans cette méthode est volontaire.

Membres du **Comité consultatif technique** sur les solutions en matière de QAI, Initiative sur la qualité de l'air intérieur de Construction CNRC :

Membre CCT	Organisme/Organisation
Zuraimi M Sultan, <i>Président</i>	Conseil national de recherches Canada – Construction CNRC
Prabjit Barn	British Columbia Centre for Disease Control (BCCDC)
Don Fugler	Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)
Regina De La Campa	Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)
Eomal Fernando	Association canadienne de normalisation (CSA) - International
Don Figley	Figley Consulting Associates Ltd
Aaron Wilson	Santé Canada
Glenn Curtis	Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération (ICCCR)
Gemma Kerr	InAIR Environmental Ltd
Ali Bahloul	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST)
Gregory Nilsson	Conseil national de recherches Canada – Construction CNRC
Robert Magee	Conseil national de recherches Canada – Construction CNRC
Michel Tardif	Ressources naturelles Canada (RNCan), CanmetENERGY
Brian Stocks	Consultant indépendant
Connie Wong	Ontario Lung Association
Glenna Gray	Travaux publics et Services gouvernementaux Canada
Chao Tan	University of Waterloo
Mike Lubun	Ressources naturelles Canada
Nick Agopian	SEMCO

Méthode d'essai : impact sur la qualité de l'air intérieur des appareils de ventilation résidentielle « équilibrés » avec ventilateurs récupérateurs de chaleur (VRC) et/ou ventilateurs récupérateurs d'énergie (VRÉ)

TABLE DES MATIÈRES

Avis	2
1 Liste des figures et tableaux	6
2 Préface	7
3 Portée.....	9
4 Publications de référence.....	10
5 Terminologie.....	12
5.1 Performance des ventilateurs	12
5.2 Performance VRC/VRÉ.....	13
5.3 Autres abréviations.....	14
6 Protocole	15
6.1 Aperçu des méthodes d'essai.....	15
7 Installations et Instruments pour déterminer la performance	18
7.1 Plateforme d'essai : système VRC/réseau de conduits.....	18
7.2 Exigences pour les stations de contrôle des conduits et paramètres d'essai.....	21
7.3 Température et humidité relative	21
7.4 Pression statique et différentielle	22
7.5 Débits volumétriques.....	22
7.6 Système d'acquisition de données (SAD).....	22
7.7 Instruments de surveillance de l'ozone	23
7.8 Échantillonnage de COV dans l'air extérieur, l'air d'évacuation, l'air de reprise et l'air fourni	23
7.9 Échantillonnage de composés carbonylés dans l'air extérieur, l'air d'évacuation, l'air de reprise et l'air fourni.....	23
7.10 Système de génération de particules	24
7.11 Échantillonnage et analyse de matières particulaires	24
7.12 Petite chambre d'émissions	24
8 Methodes D'essai.....	27
8.1 Descriptions de l'UUT (équipement à l'essai) et agence chargée des essais	27
8.2 Essai 1 – Débits du système	27
8.2.1 Objectif	27
8.2.2 Déroulement des essais – Débits du système.....	27

8.2.3	Analyses des données et rapports	28
8.3	Essai 2a : Emissions d’ozone du système complet	29
8.3.1	Objectif	29
8.3.2	Déroulement des essais.....	29
8.3.3	Analyses des données et rapports	29
8.4	Essais 2b et 2c : Émissions de composés organiques volatils du système complet	30
8.4.1	Objectif	30
8.4.2	Déroulement des essais.....	30
8.4.3	Analyses des données et rapports	31
8.5	Essai 3 : Filtration des particules par le système entier.....	32
8.5.1	Objectif:	32
8.5.2	Déroulement des essais:.....	32
8.5.3	Analyses des données et rapports	33
8.6	Essai 4 : Emissions de composés organiques des composants du système (espaces de tête) .	33
8.6.1	Objectif:	33
8.6.2	Déroulement des essais.....	34
8.6.3	Analyses des données et rapports	35
9	Rapport d’essai	36
9.1	Description de l’UUT/Agence chargée des essais.....	36
9.2	Rapports d’essai d’évaluation :	40
9.2.1	Rapport essai 1 : Flux du système :	40
9.2.2	Rapport d’essai : Emissions de composés organiques du système :	41
9.2.3	Essai 3 – Performance quant à la filtration de matières particulaires	47
9.2.4	Essai 4 - Emissions de COV – Résultats de l’analyse de tête des composants de l’UUT.....	49
9.3	Résumé de l’évaluation.....	50
10	ANNEXES - Informatives	51
10.1	Normes existantes en matière de performance des systèmes VRC.....	51
10.2	Ventilation résidentielle et qualité de l’air extérieur	55
10.2.1	Codes modèles nationaux de construction.....	55
10.3	Performance des filtres.....	57
10.4	Valeurs-guides pour les composés organiques individuels, formaldéhyde et ozone.....	60
10.5	Elaboration de futures méthodes d’essai pour les VRC/VRÉ	62

1 Liste des figures et tableaux

Figures

Figure 2-1 : Système de base VRC.....	7
Figure 5-1 : Diagramme des mesures FTP (source: Kruger Fan Technical Bulletin TBN002.2/2003)	12
Figure 6-1 : Organigramme de la méthode d'essai	17
Figure 7-1 : Source CSA C439	18
Figure 7-2 : Schéma du montage d'essai d'un système VRC/VRÉ.....	19
Figure 7-3 : Installation réelle d'un montage d'essai d'un système VRC/VRÉ.....	20
Figure 7-4 : Petite chambre pour analyse de tête des émissions de composants.....	25
Figure 7-5 : Schéma du montage d'essai VRC/VRÉ-Essais de performance QAI montrant l'UUT en mode recirculation (optionnel).....	26
Figure 10-1: Reporting of VRC/VRÉSystem performance test results (Source: CAN/CSA C439-09)	54
Figure 10-2: Typical minimum efficiency curves (Source: adapted from ASHRAE 52.2).....	59

Tableaux

Tableau 5-1 : Performance VRC/VRÉ - Termes et définitions.....	13
Tableau 8-1 : Capacités de filtration améliorée possible dans l'UUT	32
Tableau 9-1 : Flux UUT observés – Mode normal	40
Tableau 9-2: Flux UUT observés – Mode maximum	40
Tableau 9-3: Flux UUT observés – Mode recirculation	40
Tableau 9-4 : Génération d'ozone dans l'UUT - Mode normal	41
Tableau 9-5: Génération d'ozone dans l'UUT - Mode recirculation.....	41
Tableau 9-6 : Génération d'ozone dans l'UUT durant l'utilisation de la filtration supplémentaire	41
Tableau 9-7 : Emissions de COV dans l'UUT – Mode normal.....	42
Table 9-8 : Emissions de COV dans l'UUT – Mode recirculation.....	44
Tableau 9-9 : Emissions de composés carbonylés (formaldéhyde) dans l'UUT – Mode normal .46	
Tableau 9-10 : Emissions de composés carbonylés (formaldéhyde) dans l'UUT – Mode recirculation	46
Tableau 9-11 : Filtration air extérieur dans l'UUT – Mode normal	47
Tableau 9-12: Filtration améliorée de l'air extérieur dans l'UUT – Mode normal	47
Tableau 9-13 : Filtration améliorée de l'air extérieur dans l'UUT – Mode recirculation.....	48
Tableau 9-14a : Emissions de COV dans le composant xxxxxxxx de l'UUT : Résultats analyse de tête.....	49
Tableau 9-15a : Emissions de carbonyle dans le composant xxxxxxxx de l'UUT : Résultats analyse de tête.....	49

2 PRÉFACE

Cette méthode d'essai décrit des procédures permettant d'évaluer l'impact sur la QAI des appareils de ventilation résidentiels « équilibrés » avec ventilateurs-récupérateurs de chaleur (VRC) et/ou ventilateurs-récupérateurs d'énergie (VRÉ). Ce protocole a été élaboré par le portefeuille Construction du Conseil national de recherches du Canada sous l'égide d'un comité consultatif technique (voir la liste des membres p.3) créé pour mettre au point une série de protocoles d'évaluation des « solutions en matière de QAI ».

Un système VRC est un type de système de ventilation équilibré dans le sens où il combine des flux d'entrée et de sortie d'air dans une unité d'habitation. Généralement, une paire de ventilateurs au sein de l'unité VRC propulse les deux flux d'air. Au cœur de l'unité de ventilation, un échangeur thermique transfère la chaleur entre les flux d'air extérieur (flux d'air d'admission) et intérieur (flux d'air d'évacuation) pour réduire les pertes de chaleur pendant l'hiver et les pertes de refroidissement pendant l'été, lorsque la climatisation est utilisée. Un système VRÉ est semblable d'un point de vue mécanique, mais utilise un système perméable à l'humidité entre les deux flux de sorte qu'un transfert d'humidité (chaleur latente) ait lieu en plus du transfert de chaleur sensible. En hiver, un VRÉ peut empêcher un assèchement excessif de l'air intérieur en récupérant une part d'humidité de l'air intérieur pour la restituer à l'air extérieur sec entrant (pré humidification de l'air entrant). En été, le contraire se produit, il y a un transfert de l'humidité élevée de l'air extérieur vers l'air d'évacuation sortant (pré déshumidification de l'air entrant), abaissant ainsi un peu le niveau d'humidité intérieur. Il existe plusieurs façons et plusieurs niveaux de complexité pour l'installation d'un système VRC ou VRÉ dans une maison, ainsi que des systèmes complètement indépendants avec leurs propres réseaux dédiés de conduits d'amenée et de retour d'air.

Un système de ventilation équilibré de base avec récupération de chaleur est illustré Figure 2-1.

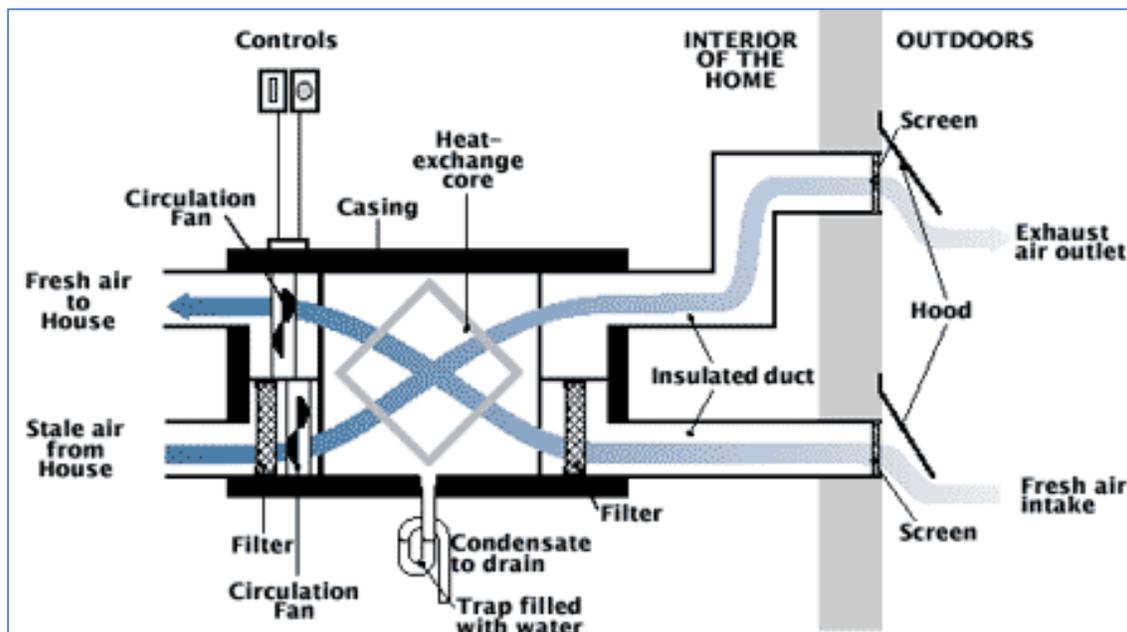


Figure 2-1 : Système de base VRC

Source: <http://www.oee.nrcan.gc.ca/residential/personal/new-homes/r-2000/standard/how-hrv-works.cfm>

Il existe plusieurs normes pour évaluer l'efficacité énergétique, thermique et de ventilation de ces appareils ainsi que leur sécurité mécanique et électrique (*CAN/CSA C-439*, *CAN/CSA 22.2 No. 113-M*, and *HVI 915*) (Pour de plus amples détails, veuillez vous reporter à l'annexe). Ces normes permettent d'évaluer les caractéristiques de performance suivantes :

- Débit d'air extérieur net
- Facteur de réduction de ventilation à basse température (LTVR)
- Ratio de contamination (transfert) de l'air d'évacuation (EATR)
- Efficacité apparente (sensible, latente et totale)
- Efficacité de récupération de chaleur (sensible, latente et totale)

Les systèmes de ventilation équilibrés utilisent une grande variété de composants et de matériaux assemblés sous des configurations diverses. Bon nombre d'entre eux utilisent un système de filtration très basique visant principalement à protéger l'équipement mécanique, mais d'autres comprennent également des systèmes de filtration avancés visant à améliorer la qualité de l'air intérieur dans les habitations. Les pratiques d'installation actuelles de ces systèmes de ventilation équilibrés dans les résidences dépendent de plusieurs facteurs dont la présence ou non d'un système de chauffage ou de refroidissement à air pulsé et la façon dont l'unité VRC/VRÉ est couplée au système.

Cette grande diversité rend impossible la conception d'une configuration d'essai « standard » afin d'évaluer l'impact sur la QAI. Cette méthode d'essai s'inspire de la méthode appliquée par la norme CAN-CSA C439-09 qui utilise un montage d'essai standard pour construire « l'équipement à l'essai » (UUT). En se basant sur les méthodes standardisées existantes et en utilisant ou en adaptant au maximum leurs techniques et terminologie spécifiques, cette méthode d'essai facilitera l'adoption par les groupes industriels/de normalisation et simplifiera les besoins généraux en matière d'essai.

Une précédente étude des « IAQ Solution and Technologies » (Zuraimi et al., 2011) a permis d'identifier des lacunes dans les normes existantes associées aux essais de performance des systèmes VRC/VRÉ. Malgré l'intégration de technologies de filtration dans plusieurs appareils VRC/VRÉ, il n'existe actuellement aucune méthode permettant d'évaluer la performance de ces technologies dans les unités VRC/VRÉ au regard de la suppression d'agents polluants, que ce soit en mode simple passage ou en mode recirculation. En outre, il n'existe pas de méthodes d'essai permettant de déterminer la propreté ou les émissions des systèmes VRC/VRÉ ou de leurs composants. Il s'agit d'une lacune importante car l'air d'alimentation peut être contaminé si les systèmes VRC/VRÉ ou leurs composants sont faits de matériaux qui dégagent des produits chimiques dans le flux d'air. Les normes existantes se sont concentrées uniquement sur les aspects de ventilation et d'efficacité énergétique mais pas sur les aspects de la performance en matière de QAI (voir les sections 10.1 à 10.4).

Suite à l'étude mentionnée plus haut, un atelier d'intervenants comprenant des constructeurs, des chercheurs, des partenaires de l'industrie, et des professionnels de la santé s'est tenu à Ottawa, Ontario, en mars 2010 pour identifier les lacunes et les priorités pour élaborer une méthode d'essai des systèmes VRC/VRÉ. Parmi les divers aspects discutés concernant la performance en matière de QAI, les intervenants ont recommandé de donner la priorité à l'évaluation de la filtration des systèmes VRC/VRÉ, de l'efficacité des capteurs QAI optionnels pour le contrôle de l'humidité intérieure ainsi que du fonctionnement et du contrôle (équilibre des flux et performance dégivrage) des systèmes VRC/VRÉ. Ils ont également recommandé d'intégrer les COV et les matières particulaires au moment de l'évaluation de la performance sur la QAI des systèmes VRC/VRÉ. Sous l'égide du CCT, ces suggestions ont été regroupées en quatre domaines de priorité basés sur des considérations de faisabilité, d'aspect pratique et de ressources disponibles. Le CCT a recommandé de placer en priorité les points suivants :

1. Vérification de la performance initiale (nouveau système) des systèmes VRC/VRÉ en termes de débit d'écoulement volumétrique,
2. Caractérisation des émissions et des sous-produits contaminants libérés par le système VRC/VRÉ dans l'air fourni,
3. Caractérisation de l'efficacité à filtrer les particules
4. Caractérisation des émissions d'agents polluants provenant de chaque composant des VRC/VRÉ.

3 PORTÉE

Cette méthode d'essai vise à combler les lacunes identifiées par les intervenants clés en appliquant les normes de performance existantes aux VRC/VRÉ. D'une façon plus spécifique, elle examine les aspects suivants de performance des systèmes de ventilation équilibrés avec récupération de chaleur ou d'énergie :

- Débits d'écoulement volumétrique : confirmation de tous les débits d'écoulement volumétrique spécifiés pour le système installé
- Émissions de composés organiques volatils (COV) et composés carbonylés¹ (dont le formaldéhyde²) libérés dans l'air fourni par le système complet VRC/VRÉ (y compris tous les matériaux de conduits d'air, raccordements et prises d'air exigés/recommandés,)
- Analyse de tête³ des émissions issues de chaque composant VRC/VRÉ (le cas échéant, pour identifier les sources de contaminants – Figure 6.1)
- Formation potentielle d'ozone par les moteurs des systèmes VRC/VRÉ et/ou appareils de filtration supplémentaires⁴
- Filtration des matières particulaires dans l'air extérieur (fractions de masse PM₁₀ and PM_{2,5}⁵ ainsi que concentrations en nombre). Filtration des matières particulaires dans l'air de reprise à partir des sources intérieures (fractions de masse PM₁₀ and PM_{2,5} ainsi que concentrations numériques) pour les systèmes revendiquant fournir une filtration en mode recirculation comme moyen de contrôle des matières particulaires à l'intérieur.

¹ Les composés carbonylés sont un groupe de composés chimiques qui peuvent être classifiés en tant que composés organiques volatils. Dans cette méthode d'essai toutefois, ils sont classés à part car les méthodes d'échantillonnage et analytiques utilisées sont différentes de celles utilisées pour les composés organiques volatils. (voir sections 6.5 et 6.6).

² Santé Canada a élaboré des lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel en ce qui concerne le formaldéhyde dans lesquelles il recommande des niveaux maximum de formaldéhyde, à savoir 100 ppb pour les expositions à court terme et 40 ppb pour les expositions à long terme.

³ Il s'agit d'une méthode de dépistage semi-quantitative pour obtenir un aperçu des composants pertinents émetteurs du système VRC ou VRE.

⁴ Santé Canada met en garde contre l'utilisation d'appareils qui génèrent intentionnellement de l'ozone. Les lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel en ce qui concerne l'ozone recommandent un taux maximum pour une exposition à long terme de 20 ppb.

⁵ PM₁₀ : Matière particulaire (PM) grosse et fine en suspension avec un diamètre aérodynamique moyen en masse de moins de 10 µm; PM_{2,5} : PM fine avec un diamètre aérodynamique moyen en masse de moins de 2,5 µm. On choisit PM₁₀ pour cette méthode car ce sont des particules respirables. Santé Canada a identifié PM_{2,5} comme pertinent car il a des effets néfastes sur la santé.

4 PUBLICATIONS DE RÉFÉRENCE

ANSI/AHRI 1060-2005 *Performance Rating of Air-to-Air Exchangers for Energy Recovery Ventilation*

ANSI/AMCA 210-2007 - ANSI/ASHRAE Standard 51-07 *Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating*

ANSI/ASHRAE Standard 41.2-1987 (R1992) - *Standard Methods for Laboratory Airflow Measurement*

ANSI/ASHRAE Standard 52.2-2007 *Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size*

ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2010 *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings*

ANSI/ASHRAE Standard 84-2008 *Method of Testing Air-to-Air Heat Exchangers*

ASHRAE Fundamentals-2009

ASHRAE Handbook -2009 – *HVAC Systems and Equipment*

ASTM D3154-00(2006) *Standard Test Method for Average Velocity in a Duct (Pitot Tube Method)*

ASTM D5116-2010 - *Standard Guide for Small-Scale Environmental Chamber Determinations of Organic Emissions from Indoor Materials/Products*

ASTM D5197-2009e1 - *Standard Test Method for Determination of Formaldehyde and Other Carbonyl Compounds in Air (Active Sampler Methodology)*

ASTM D6196-03(2009) - *Standard Practice for Selection of Sorbents, Sampling, and Thermal Desorption Analysis Procedures for Volatile Organic Compounds in Air*

ASTM D6345-2010 - *Standard Guide for Selection of Methods for Active, Integrative Sampling of Volatile Organic Compounds in Air*

CAN/CSA 22.2 NO. 113-M1984 (R2004) *Fans and Ventilators. Association canadienne de normalisation*

CAN/CSA C439-00 (2009) *Méthodes d'essai pour l'évaluation en laboratoire des performances des ventilateurs-récupérateurs de chaleur/énergie*

CAN/CSA F326-M91 (R2010) - *Ventilation mécanique des habitations*

Santé Canada (2006) *Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel :Formaldéhyde*

Santé Canada (2010) *Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel - Monoxyde de carbone*

Santé Canada (2010) *Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel - Ozone*

HVI Publication 915 (2009) *Loudness Testing and Rating Procedure*. Revised Edition (1 March 2009). Home Ventilating Institute

Code national du bâtiment- Canada (2010)

UL 867 (1995) *Electrostatic Air Cleaners*. Underwriters Laboratories

UL 1812 (2010) *Ducted Heat Recovery Ventilators*. Underwriters Laboratories

WHO (2010) World Health Organization Guidelines for indoor air quality: Selected pollutants

Zuraimi MS, Magee R, Nilsson G. (2011). IAQ Solutions and Technologies: Review and Selection for Protocol Development, pp. 1-173, March-31-11 (NRCC-54495) <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc54495.pdf>

5 TERMINOLOGIE

5.1 Performance des ventilateurs

Pression statique externe (ESP) – augmentation de la pression statique dans le ventilateur, résultat de la résistance à l'écoulement de l'air à cause du conduit, des raccordements, des registres, des grilles ou d'autres dispositifs situés dans le flux.

$$ESP = [OSP + ISP \text{ (valeur abs.)}]$$

Pression statique ventilateur (FSP) – utilisé communément pour classer la performance d'un ventilateur, il s'agit de la différence calculée entre la pression totale du ventilateur et la pression dynamique de sortie

$$FSP = [FTP - OVP] = \text{pression totale du ventilateur moins pression dynamique de sortie}$$

Pression totale ventilateur (FTP) – $FTP = [OTP + ITP \text{ (valeur absolue)}] =$ augmentation de la pression totale dans le ventilateur

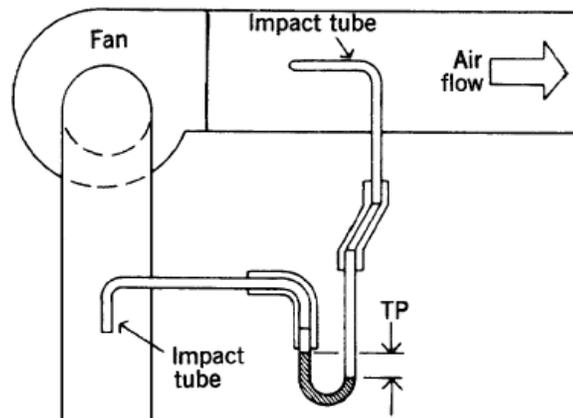


Figure 5-1 : Diagramme des mesures FTP (source: Kruger Fan Technical Bulletin TBN002.2/2003)

Pression statique d'entrée (ISP) – Pression statique mesurée en amont du ventilateur

Pression totale d'entrée (ITP) - $ITP = [ISP + IVP]$

Pression dynamique d'entrée (IVP) - Pression dynamique mesurée en amont du ventilateur

Pression statique de sortie (OSP) - Pression statique mesurée en aval du ventilateur

Pression totale de sortie (OTP) - $OTP = [OSP + OVP]$

Pression dynamique de sortie (OVP) - Pression dynamique mesurée en aval du ventilateur

Équipement à l'essai (UUT) – Système VRC/VRÉ complet soumis à l'évaluation, y compris les conduits flexibles et raccordements recommandés

5.2 Performance VRC/VRÉ

Tableau 5-1 : Performance VRC/VRÉ - Termes et définitions

Terme	Définition	Source
Débit d'air (emprisonné dans la roue d'énergie) transféré par la roue enthalpique	Dans les régénérateurs, montant de l'air d'évacuation qui est transféré à l'air fourni de façon mécanique (rotation) par l'échangeur, c.-à-d., l'air emprisonné dans l'espace interstitiel de la matrice de la roue d'énergie lorsqu'elle est en rotation du flux d'évacuation au flux d'alimentation.	ANSI/ASHRAE 84
Taux de transfert de l'air d'évacuation (EATR)	Taux du transfert de l'air d'évacuation vers le débit d'alimentation.	ANSI/ASHRAE 84
	Différence de concentration de gaz traceur entre le débit d'air d'alimentation sortant et le débit d'air d'alimentation entrant divisée par la différence de concentration de gaz traceur entre le débit d'air d'évacuation entrant et le débit d'air d'alimentation entrant à 100 % de débits, exprimé en pourcentage.	ANSI/AHRI 1060
Débit d'air d'évacuation entrant (Air de reprise)	Flux d'air d'évacuation avant passage dans l'échangeur thermique (Station 3 dans ASHRAE Standard 84).	ANSI/AHRI 1060
Débit d'air d'alimentation entrant	Flux d'air d'alimentation avant passage dans l'échangeur thermique, appelé aussi air extérieur (Station 1 dans ASHRAE Standard 84).	ANSI/AHRI 1060
Transfert d'air d'évacuation	Quantité d'air transférée de l'évacuation vers l'alimentation. Le transfert d'air d'évacuation est généralement une mesure des reports et fuites.	ANSI/ASHRAE 84
Débit d'air d'évacuation	Flux d'air quittant l'espace conditionné.	
HEPA	Haute efficacité pour les particules de l'air (Définition du U.S. Department of Energy), ou High Efficiency Particulate Arrestance, ou High Efficiency Particulate Absorbing <ul style="list-style-type: none"> • MIL-STD-282 Method 102.9.1 <ul style="list-style-type: none"> ○ HEPA = 99,97 % capture des contaminants à 0,3 um 	U.S. Department of Energy MIL-STD-282 Method 102.9.1
Débit d'air d'évacuation sortant (Air d'évacuation vers l'extérieur).	Flux d'air d'évacuation après passage dans l'échangeur thermique (Station 4 dans ASHRAE Standard 84).	ANSI/AHRI 1060
Débit d'air d'alimentation sortant	Flux d'air d'alimentation après passage dans l'échangeur thermique (Stations 2 ASHRAE Standard 84).	ANSI/AHRI 1060

Terme	Définition	Source
Débit d'air d'alimentation net	Partie du débit d'air d'alimentation sortant qui à l'origine était débit d'air d'alimentation entrant. Le débit d'air d'alimentation net est calculé en soustrayant l'air transféré à partir du côté évacuation de l'échangeur thermique du débit brut mesuré à la sortie d'air d'alimentation de l'échangeur thermique. L'équation est la suivante : Débit d'air d'alimentation net = Débit d'air d'alimentation sortant x (1 - EATR)	ANSI/AHRI 1060
Facteur de correction de l'air extérieur (OACF)	Débit d'air fourni entrant divisé par débit d'air fourni sortant mesuré (brut).	ANSI/AHRI 1060
	Débit d'air fourni entrant divisé par débit d'air fourni sortant (= m_1 / m_2 , m_1 et m_2 étant les débits massiques de l'air sec aux stations 1 – Entrée d'air d'alimentation et 2 – Sortie d'air d'alimentation).	ANSI/ASHRAE 84
Taux d'efficacité de récupération (RER)	Rapport de l'énergie récupérée divisée par l'énergie dépensée au cours du processus de récupération d'énergie. $RER = \frac{\dot{m}(h_1 - h_2)}{(\Delta p_s Q_s / \eta_{fs} + \Delta p_e Q_e / \eta_{fe} + q_{aux})}$	ANSI/ASHRAE 84
Air standard	Air sec à 21 °C et 101,325 kPa absolus. Sous ces conditions, l'air sec a une masse volumique de 1,204 kg/m ³ .	ANSI/ASHRAE 84
Débit d'air fourni.	Débit d'air extérieur.	ANSI/AHRI 1060

5.3 Autres abréviations

N° CAS	numéro de registre CAS
pi³/min	pieds cubes par minute (pi ³ /min)
DNPH	2.4- Dinitrophénylhydrazine
CG/SM	chromatographe gazeux/spectromètre de masse
CLHP	chromatographie liquide à haute performance
L	litres
L/s	litres par seconde
ng	nanogrammes
NIST	National Institute of Standards and Technology
Pa	Pascals
PM	matière particulaire
ppb	parties par milliard

ppm	parties par million
TR	temps de rétention
s	seconde
COVT	Composés organiques volatils totaux
UV	ultra-violet
wg	colonne d'eau (pouce)
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	microgramme par mètre cube

6 PROTOCOLE

6.1 *Aperçu des méthodes d'essai*

Le CCT a recommandé de tester la performance initiale (nouveau système) des systèmes VRC/VRÉ dans quatre domaines :

- **Débits volumétriques** : Confirmation des débits volumétriques du système installé (**Essai 1**).
- **Emissions du système complet** : Emissions des sous-produit (ozone) et de composés organiques par le système installé au complet (**Essais 2a et 2b**).
- **Filtration des particules** : Performance du système installé en matière d'efficacité de suppression (**Essai 3**).
- **Emissions des composants du système** : les émissions de composés organiques des composants individuels du système VRC/VRÉ (essais par analyse de tête sur les composants du système si les résultats de l'Essai 2b indiquent la présence d'une source de contaminants dans le système) (**Essai 4**).

La Figure 6-1 illustre l'organigramme de la méthode d'essai.

L'**essai 1** vérifie uniquement si l'UUT fournit les débits spécifiés sous des conditions d'utilisation standards (tel qu'allégué par le fabricant et/ou certifié par des agences indépendantes chargées des essais). Il fournit également une période initiale de rinçage ou de conditionnement pour l'UUT. L'**essai 1** est un essai Satisfaisant/Non satisfaisant basé sur des critères d'âge de l'UUT et de performance en matière de flux qui doivent être satisfaisants avant de pouvoir commencer les essais de performance en matière de QAI (**essais 2, 3 et 4**).

Les **essais 1 à 3** sont considérés comme les essais de performance en QAI principaux qui doivent être effectués sur les systèmes VRC/VRÉ complets et opérationnels.

L'**essai 4**, qui passe en revue les émissions des composants, n'est requis que si les résultats de l'**essai 2** indiquent la présence d'une source (ou de sources) importante (s) (« Non satisfaisant » dans les critères d'évaluation donnés dans ce protocole) de composés organiques que des essais sur un composant individuel aideraient à identifier en vue d'y remédier ou d'améliorer/retester le produit.

Pour les **essais 1, 2 et 3**, tout le système de conduits flexibles spécifiés par le fabricant est compris dans le système UUT. Un montage d'essai standard basé sur la norme existante CAN/CSA-C439 a été mis au point à cet effet (Section 7). En revanche, à cause de la diversité des composants spécifiques des systèmes, des particularités techniques et des modes opérationnels disponibles pour n'importe quel système VRC/VRÉ, les étapes précises requises pour les **essais 2 et 3** peuvent être différentes

suivant le système VRC/VRÉ testé. Les exemples comprennent des systèmes qui ont des dispositifs de filtration améliorés (phase gazeuse ou particulaire) et/ou des circuits d'écoulement de l'air qui peuvent passer en mode recirculation partielle ou totale suivant les valeurs seuils définies par l'utilisateur et/ou les cycles périodiques qui peuvent ou non dépendre de la température de l'air extérieur ou des réponses à partir de l'humidité ou capteurs optionnels qui mesurent grossièrement la QAI.

Les **essais 2 et 3** doivent être menés sur un nouveau système expédié directement de chez le fabricant afin de déterminer la performance initiale et l'impact sur la QAI.

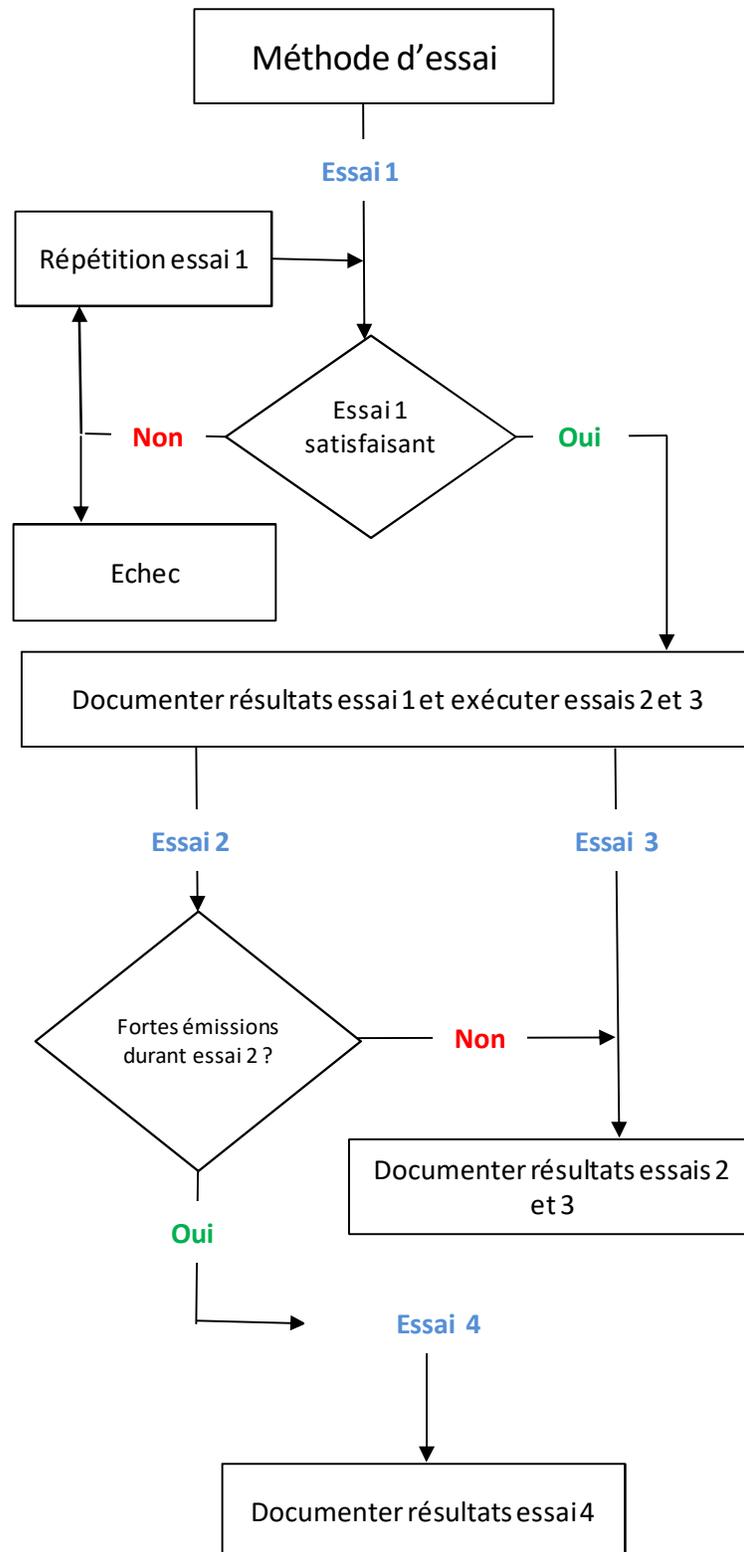


Figure 6-1 : Organigramme de la méthode d'essai

7 INSTALLATIONS ET INSTRUMENTS POUR DETERMINER LA PERFORMANCE

7.1 Plateforme d'essai : système VRC/réseau de conduits

Le montage d'essai de base utilisé pour les **essais 1, 2 et 3** comprend quatre ensembles de tronçons de conduits auxquels l'UUT peut être connecté pour simuler le fonctionnement de base du système installé. Il est semblable à celui utilisé dans le cadre de CAN/CSA C439 (Figure 7-1) avec les modifications suivantes toutefois :

- Le conditionnement de la température et de l'humidité des flux d'air d'entrée vers l'UUT (pour soutenir le contrôle de l'efficacité des échanges thermiques ou hygrométriques) n'est pas requis ; à la place on peut utiliser l'air du laboratoire si les plages T/HR sont respectées,
- le montage d'essai n'est pas fait de boucles de recirculation, mais des sections droites, à simple passage,
- le montage d'essai est différent du montage C439, en ce sens qu'il fournit des ports spécifiquement conçus pour l'analyse des échantillons d'air et pour l'injection de matières particulaires (utilisés aux **essais 2 et 3**).

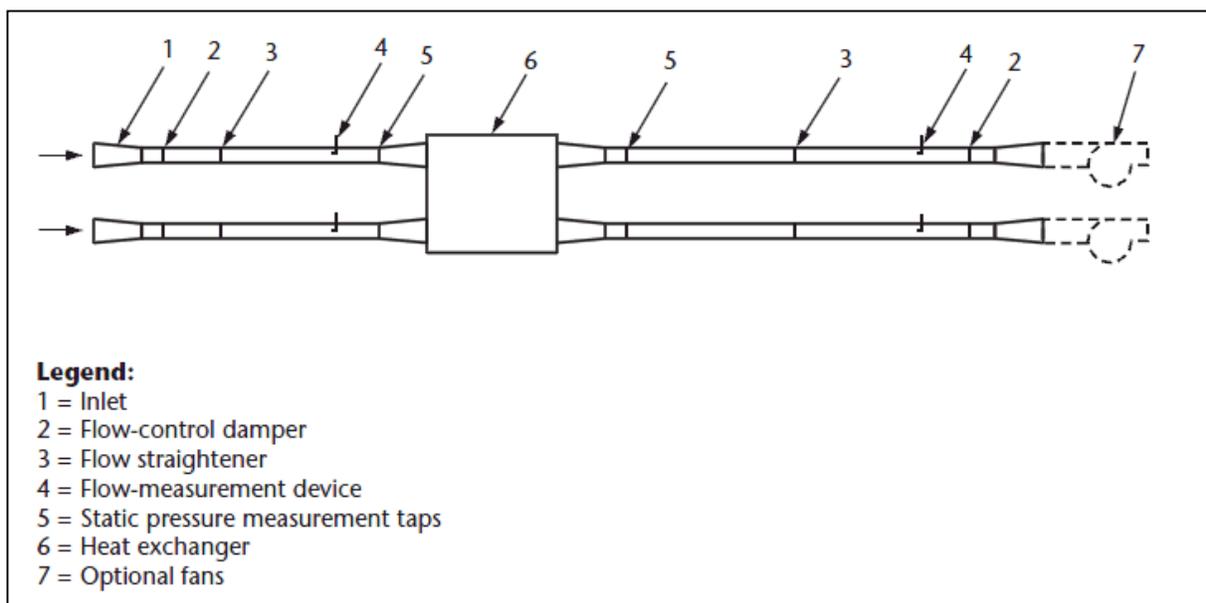


Figure 7-1 : Source CSA C439

Le système doit être conçu et construit suivant les instructions données dans ASHRAE Fundamentals, notamment en ce qui concerne les positions de tous les capteurs de flux et de pression et le besoin de redresseurs de flux dans les ensembles de conduits. L'information supplémentaire pour la conception et l'emplacement de capteurs de flux se trouve dans ASHRAE 41.2. Etant donné que l'essai 3 comprend l'injection de particules dans des tronçons de conduit de reprise et conduit d'extérieur, l'air d'alimentation du système VRC/VRÉ doit être ventilé à l'extérieur de l'espace de laboratoire occupé.

La Figure 7-2 illustre le schéma du montage d'essai d'un système VRC/VRÉ conforme pour les **essais 1, 2 et 3**. La Figure 7-3 illustre un exemple d'installation réelle du montage d'essai.

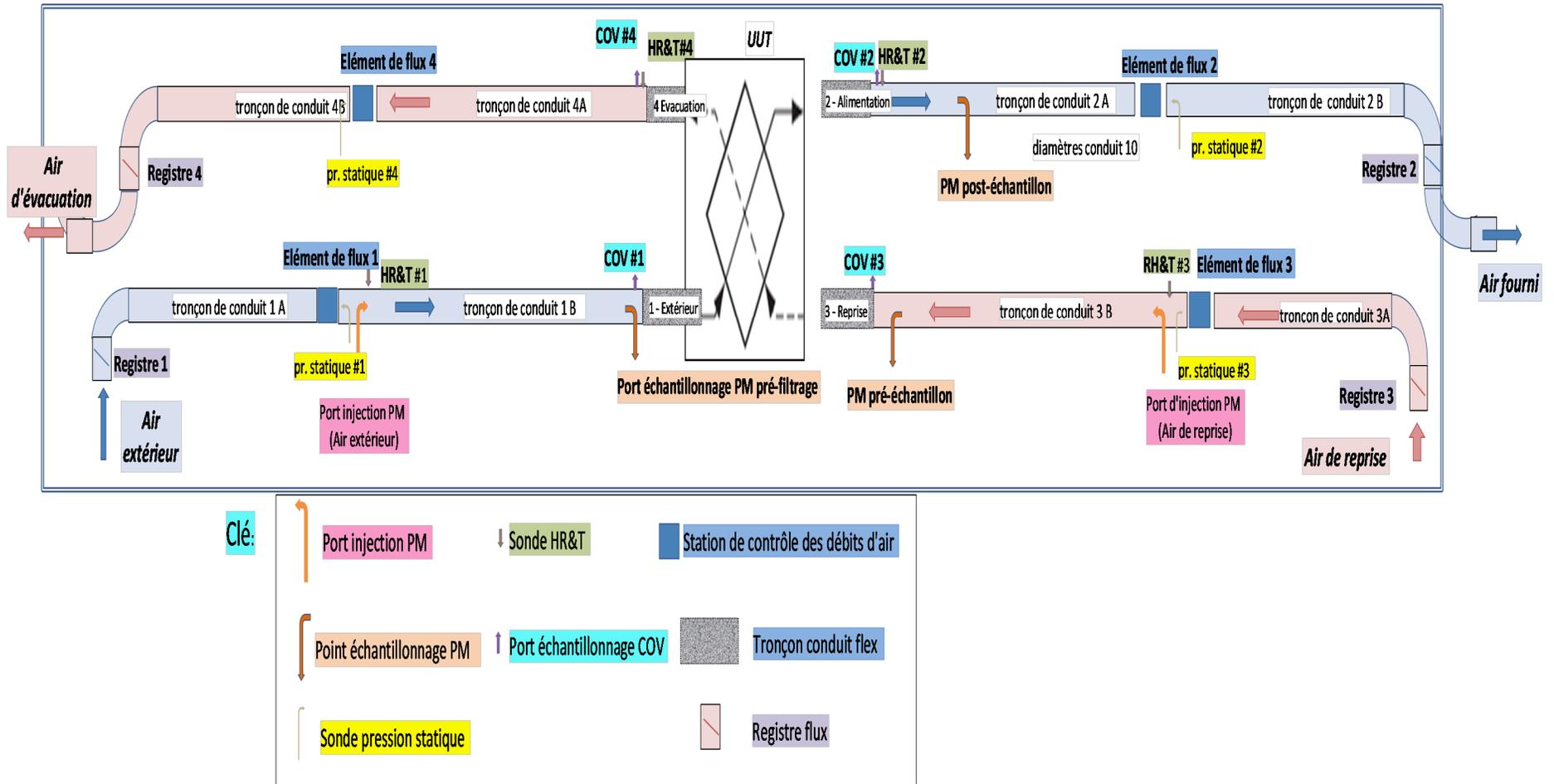


Figure 7-2 : Schéma du montage d'essai d'un système VRC/VRÉ



Figure 7-3 : Installation réelle d'un montage d'essai d'un système VRC/VRÉ

Comme indiqué Figure 7-2, l'air « extérieur » peut être l'air de la pièce (ou du labo) à une température de 23 ± 1 , avec une humidité relative de 40 ± 15 %. Les conditions de température et d'humidité relative sont définies de façon à ne pas avoir de conséquences adverses sur les exigences en matière de composés organiques de l'**essai 2**. Ceci ne signifie pas que de l'air extérieur réel ne peut pas être utilisé et conditionné de façon appropriée si vous préférez, à condition que les systèmes de conditionnement de la température et de l'humidité employés puissent fournir une température de l'air d'entrée de 23 ± 1 °C et une humidité relative de 40 ± 15 %. L'air d'alimentation fourni par l'UUT est évacué à l'extérieur car les niveaux de matières particulaires (PM) dans le flux d'air fourni peuvent s'élever pendant l'**essai 3** qui exige la génération et l'injection de matières particulaires fines dans les tronçons de conduit d'air extérieur et de reprise d'air.

L'installation (comme indiqué par le tracé bleu sur la Figure 7-2) abritant le montage d'essai du système VRC/VRÉ, doit avoir un échange d'air suffisant pour compenser l'impact du fonctionnement de l'UUT. Dans la configuration montrée, les flux d'air extérieur et de reprise sont obtenus à partir du laboratoire (flux d'évacuation et d'alimentation). Un échange d'air suffisant doit être fourni pour éviter la dépressurisation de l'installation. Au cours du fonctionnement de l'UUT, la différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur ne doit pas dépasser les 10 Pa.

Il existe une alternative acceptable qui consiste à installer une filtration HEPA dans la section d'alimentation d'air en aval des sections d'essai. Dans ce cas, la configuration nécessiterait l'installation d'un ventilateur soufflant en aval du filtre HEPA qui compenserait la résistance du flux d'air de l'HEPA et permettrait de fournir un flux équilibré dans l'UUT.

7.2 Exigences pour les stations de contrôle des conduits et paramètres d'essai

Le réseau de conduits utilisé dans la construction du montage d'essai doit avoir des tronçons rigides de diamètre interne minimum de 15,2 mm (6 pouces). Un conduit en spirale est acceptable si les joints sont bien scellés pour éviter toute fuite. Des conduits galvanisés sont adéquats, à condition qu'ils soient soigneusement nettoyés avec un détergent de qualité « laboratoire », (par exemple, un détergent utilisé pour le nettoyage du verre) et rincés à l'eau claire pour éliminer toute huile résiduelle qui proviendrait du processus de fabrication. Chacun des quatre tronçons de conduits sera munie d'un équipement de contrôle des débits d'air, de capteurs de température et d'humidité relative ainsi que de ports pour les échantillonnages d'air. Les principes énoncés dans ASHRAE Fundamentals doivent être suivis concernant la conception et le positionnement de ces capteurs et contrôles de flux. Tel qu'indiqué Figure 7-2, l'extrémité de chaque portion de conduite est équipée d'un registre d'air qui peut être utilisé pour équilibrer le flux si nécessaire. De plus, les registres des tronçons d'alimentation et de reprise peuvent être fermés complètement lorsque l'installation n'est pas en marche de façon à empêcher le flux d'air extérieur dans l'appareil d'essai.

La conception et les conventions d'appellation utilisées pour identifier ces tronçons de conduits seront conformes à l'identification de la station définie dans ASHRAE Standard 84 – *Method of Testing Air-to-Air Heat/Energy Exchangers* et CAN/CSA-C439 Méthodes d'essai pour l'évaluation en laboratoire des performances des ventilateurs-récupérateurs de chaleur/énergie :

- Station 1 = Entrée d'air d'alimentation = Air extérieur
- Station 2 = Sortie d'air d'alimentation = Air fourni
- Station 3 = Entrée d'air d'évacuation = Air de reprise
- Station 4 = Sortie d'air d'évacuation = Air d'évacuation

Les paramètres environnementaux et les conditions de flux à chaque station de contrôle seront identifiés suivant cette convention d'appellation, ainsi, la température de l'air à la station 2, air fourni, sera identifiée comme T_2 . Tous les capteurs utilisés pour contrôler la température, l'humidité, la pression et le flux seront calibrés aux intervalles recommandés par le fabricant ou annuellement (selon le plus bas des deux) conformément aux normes de traçabilité. Les enregistrements de calibrage seront conservés dans des dossiers et disponibles pour étude par le fabricant de l'UUT.

Le débit d'air, la pression statique, la température et l'humidité relative doivent être mesurées à chaque station suivant les lignes directrices détaillées ci-dessous. Les échantillonnages d'air et les exigences d'analyse pour les composés organiques, l'ozone et les matières particulaires seront décrits pour les méthodes d'essai spécifiques (**essais 2 et 3**) ci-dessous.

7.3 Température et humidité relative

Les mesures de température dans chaque station de mesure seront enregistrées à l'aide des instruments suivants :

- a) détecteurs de température à résistance (DTR),
- b) thermistances, ou
- c) thermocouples.

Les capteurs de température seront calibrés et identifiables conformément aux normes NIST, offrant une précision d'au moins $\pm 0,5$ °C.

L'humidité à chaque station de mesure sera enregistrée en utilisant le point de rosée ou des capteurs d'humidité relative. Les capteurs employés seront calibrés et identifiables conformément aux normes NIST offrant une précision d'au moins $\pm 5\%$ HR.

Les capteurs de température et d'humidité seront placés de sorte que les mesures soient prises près du point médian du flux d'air à chaque station de contrôle. Leur emplacement et leur conception seront tels que le contrôle de flux à la station ne soit pas affecté. Notez que dans les tronçons des conduits 1 et 3, respectivement air extérieur et air de reprise, les capteurs de température et d'humidité seront placés en amont du point d'injection des matières particulaires afin d'empêcher la salissure des sondes de température et d'humidité au cours de l'essai 3 (injection de matières particulaires).

7.4 Pression statique et différentielle

Les pressions statiques des conduits seront contrôlées à l'aide de sondes conformément à la norme ASHRAE Standard 41.2 - *Standard Methods for Laboratory Air-Flow Measurement*. Si des sondes de pression statique sont montées en surface, il faut veiller à ce que les surfaces intérieures des conduits soient exemptes d'irrégularités, notamment de bavures, et que les sondes soient installées de façon à mesurer avec précision la pression statique à chaque station de contrôle. Les transducteurs de pression utilisés pour contrôler les pressions statiques et différentielles du système doivent être sélectionnés (plage et précision) pour fournir une précision de lecture d'au moins $\pm 1\%$.

7.5 Débits volumétriques

Les débits volumétriques (L/s) seront mesurés conformément aux exigences des normes ASHRAE Standard 41.2-1987 (R1992) - *Standard Methods for Laboratory Airflow Measurement* et ANSI/AMCA 210-2007 - ANSI/ASHRAE Standard 51-07 - *Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating*. Si l'on utilise des appareils de contrôle de flux disponibles dans le commerce, les unités doivent être de dimension appropriée en fonction des plages de flux anticipées de l'UUT (généralement entre 25 et 200 L/s, ou 53 to 424 pi^3/min - Code national du bâtiment-Canada, CNB Article 6.2.1.6), et avoir une précision cumulée minimum (y compris les erreurs associées à toutes les sondes de pression utilisées pour déterminer les débits d'air) de 5 % ou 5 L/s, selon celui qui est le plus bas. Les appareils de contrôle de flux doivent être calibrés avant l'utilisation (aux intervalles recommandés par le fabricant, ou une fois par an, selon celui qui est le plus fréquent).

Les appareils de contrôle de flux acceptables comprennent les dispositifs moyennés ou de tubes Pitot installés et testés suivant les lignes directrices fournies par la norme ASTM D3154-00(2006) *Standard Test Method for Average Velocity in a Duct (Pitot Tube Method)*, des tuyères et tubes de Venturi. Des éléments de flux laminaire ou des diaphragmes ne seront utilisés qu'en combinaison avec des ventilateurs d'équilibrage supplémentaires pour empêcher la pressurisation (positive ou négative) des circuits de flux de l'UUT. Notez que les ports d'injection des particules dans les sections des conduits d'air extérieur et d'air de reprise doivent être situés en aval des stations de contrôle des flux.

7.6 Système d'acquisition de données (SAD)

Il faut installer un système SAD pour enregistrer automatiquement tous les paramètres et conditions d'essai aux niveaux de précision mentionnés plus haut. La fréquence d'échantillonnage du SAD doit être suffisante pour fournir des données toutes les 15 secondes minimum. On effectuera une inspection point par point pour vérifier les connexions électriques de tous les capteurs, confirmer que

les emplacements sont bien identifiés et connectés et confirmer aussi l'exactitude de la réponse des capteurs. Les lectures du SAD seront vérifiées grâce à des moniteurs portatifs calibrés aux normes de traçabilité. Les valeurs rapportées seront converties aux paramètres à mesurer en utilisant les courbes de calibrage créées pour les capteurs individuels. Les capteurs utilisés pour le SAD (température, HR, débit volumétrique, pression statique, pressions différentielles) seront régulièrement entretenus et calibrés comme détaillé plus haut.

7.7 Instruments de surveillance de l'ozone

Les instruments de surveillance de l'ozone utilisés pour cet essai doivent répondre aux exigences UL867 et avoir une limite de détection minimum d'ozone de 2 ppb et une précision de +/- 2% de lecture. Les détecteurs par chimiluminescence et rayons UV conviennent. Toutes les conduites d'échantillonnage de l'air connectées au détecteur d'ozone seront en téflon (PTFE). Les résultats de mesure des échantillons seront mémorisés dans l'appareil ou enregistrés à l'aide d'un SAD séparé à un intervalle d'échantillonnage minimum de 15 s. On utilisera des analyseurs appariés (conception et flux d'échantillonnage identiques) afin de conduire les échantillonnages d'air en amont et en aval simultanément. Il n'est pas recommandé d'utiliser un seul détecteur d'ozone et une valve pour prélever les échantillons d'air en amont et en aval successivement⁶.

7.8 Échantillonnage de COV dans l'air extérieur, l'air d'évacuation, l'air de reprise et l'air fourni

L'échantillonnage d'air à partir du montage d'essai de conduits sera effectué suivant les lignes directrices fournies dans la norme ASTM D6196. La sélection des milieux d'échantillonnage appropriés (tubes à sorbant) se fera conformément à la norme ASTM D6345 qui recommande des tubes à sorbants multiples.

Les techniques d'analyse d'échantillons seront cohérentes avec l'objectif de déterminer l'identité et les concentrations de composés organiques volatils (COV) présents dans les échantillons d'air collectés. Pour cela, on recommande une analyse par CG/SM. Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse sélectionnées devront être assez sensibles et précises pour offrir une limite de détection pour chaque COV de $2 \mu\text{g m}^{-3}$.

Des pompes d'échantillonnage d'air et contrôleurs doivent être capables de déterminer précisément les volumes d'échantillonnage à l'aide des tubes à sorbant sélectionnés, à 5 % près.

7.9 Échantillonnage de composés carbonylés dans l'air extérieur, l'air d'évacuation, l'air de reprise et l'air fourni

Un échantillonnage d'air à partir du montage d'essai des conduits sera effectué suivant les lignes directrices fournies dans la norme ASTM D5197.

Les techniques d'analyse des échantillons seront cohérentes avec l'objectif de déterminer l'identité et les concentrations de chaque composé carbonylé (ex. formaldéhyde) présents dans les échantillons d'air collectés. Pour cela, une analyse par CLHP des dérivatifs DNPH conformément à la norme ASTM 5197 est recommandée. Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse sélectionnées devront être assez sensibles et précises pour offrir une limite de détection pour chaque composé carbonylé de $2 \mu\text{g m}^{-3}$.

Les pompes d'échantillonnage et les contrôleurs doivent être capables de déterminer précisément les volumes d'échantillonnage à l'aide des tubes à sorbant sélectionnés à 5 % près.

⁶ Retard et concentrations d'ozone fluctuante peuvent fausser les résultats.

7.10 Système de génération de particules

Un système de génération de particules capable de libérer des aérosols Arizona Test Dust, ISO-12103-1, A2 (Fine Test Dust) sera utilisé pour ce protocole. Des injecteurs de PM seront installés dans la portion de conduit 1 (Air extérieur) et la portion 3 (Air de reprise) si l'UUT est équipé d'une capacité de fonctionnement en mode recirculation (référence à la Figure 7-5). Notez, tel qu'indiqué dans la figure, que ces injecteurs doivent être installés en aval des capteurs HR et T pour éviter les salissures.

7.11 Échantillonnage et analyse de matières particulaires

On utilisera des compteurs optiques de particules (COP) capables de détecter les classes de taille discrète des particules en suspension de niveaux minimums $PM_{2,5}$ et PM_{10} . Si l'UUT possède des capacités de filtration améliorées, alors l'équipement de surveillance des particules doit être capable de fonctionner au niveau de performance spécifié. Des COP appariés (conception et flux d'échantillonnage identiques⁷) seront requis afin de pouvoir effectuer une surveillance simultanée amont/aval.

On utilisera des têtes d'échantillonnage isocinétique (Figure 7-5) montés dans les tronçons de conduits 1 et 2 (voire 3 si l'UUT dispose d'un mode recirculation). Les buses d'entrée des sondes isocinétiques des échantillons en aval et en amont seront à angles vifs et de diamètre d'entrée approprié pour maintenir l'échantillonnage isocinétique à plus ou moins 10% au débit d'air de l'essai.

7.12 Petite chambre d'émissions

Une petite chambre d'émissions (volume interne typique ~50L), voire plus grande (~ 1 m³) peut être requise, pour accueillir des composants VRC/VRÉ plus volumineux comme des composants d'échangeurs de chaleur. La chambre sera construite et fonctionnera conformément aux lignes directrices fournies par la norme ASTM D 5116. Les conditions environnementales de la chambre seront fixées à 30 °C ± 1 °C et 50 % HR ± 5 %. Un exemple de chambre est illustré ci-dessous.

⁷ On peut déterminer si les concentrations de particules entre les COP appariés concordent en effectuant des mesures côte à côte. Les COP appariés sont considérés en concordance si le tracé de leurs concentrations a dessiné une ligne de régression de pente égale à 1 (± 0,1) et un point d'intersection avec l'axe y à 0 (± 0,1).



Figure 7-4 : Petite chambre pour analyse de tête des émissions de composants.

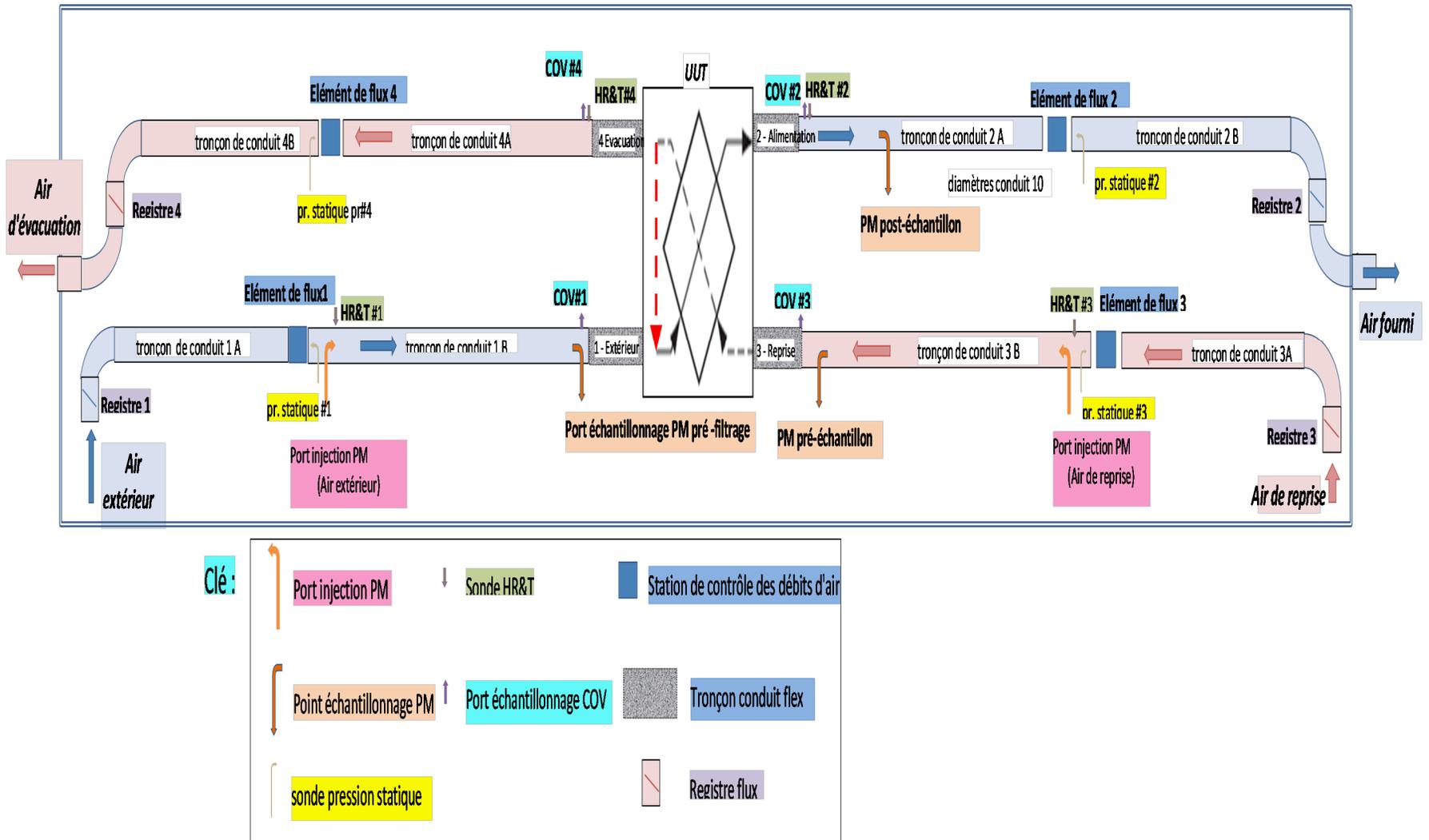


Figure 7-5 : Schéma du montage d'essai VRC/VRÉ-Essais de performance QAI montrant l'UUT en mode recirculation (optionnel).

8 MÉTHODES D'ESSAI

8.1 Descriptions de l'UUT (équipement à l'essai) et agence chargée des essais

Le rapport sur les essais contiendra une description détaillée de l'UUT : description du produit, historique de fabrication (site et date), performance du flux, mode(s) de fonctionnement, revendications quant à la QAI, certificats de performance, document sur le filtre (le cas échéant) et photographies de l'unité d'essais. Veuillez entrer tous les renseignements requis dans les formulaires fournis section 9.1

8.2 Essai 1 – Débits du système

8.2.1 Objectif

Cet essai vise à vérifier, avant l'évaluation de l'impact sur la QAI, que l'UUT fonctionne bien aux débits indiqués par le fabricant pour les conditions d'utilisation standards (et comme certifié par des agences d'essais indépendantes). Les essais doivent être exécutés conformément à la norme CAN/CSA-C439-09 Section 8.1 : Procédure de mesure des débits d'air (laquelle fait référence à la norme ANSI/AMCA 210 - ANSI/ASHRAE Standard 51-07).

L'**essai 1** permet également d'observer l'UUT en fonctionnement et de déterminer les caractéristiques de ses différents modes de fonctionnement. Le moment et les conséquences de ces modes sur les circuits des flux et les débits volumétriques fournis dans chaque flux d'air doivent être identifiés et notés car ils peuvent affecter le fonctionnement des essais suivants (un exemple étant le moment ou la fréquence des basculements automatiques en modes recirculation et/ou les changements automatisés de la vitesse des ventilateurs).

L'**essai 1** est une étape Satisfaisant/Non satisfaisant qui doit être réussie avant de commencer les essais d'évaluation de la performance QAI (**essais 2, 3 et 4**).

Alors que l'**essai 1** fournit une période initiale de lavage/conditionnement pour l'UUT, le temps total de fonctionnement pendant l'**essai 1** ne doit pas excéder 48 heures. Durant cette période, (et durant les **essais 2 et 3**), il est important que les conditions ambiantes (air du laboratoire si le montage est configuré de sorte que l'air du laboratoire est utilisé comme « air extérieur ») soient maintenues de sorte qu'il n'y ait pas de contamination de l'UUT. En pratique, cela signifie que les niveaux de COVT et PM₁₀ ambiants ne doivent pas dépasser respectivement 250 µg/m³ et 50 µg/m³.

8.2.2 Déroulement des essais – Débits du système

Le système VRC/VRÉ mis à l'essai doit être connecté au montage d'essai suivant les recommandations du fabricant, dans la mesure du possible. Ce qui signifie d'utiliser les conduits flexibles et les raccordements fournis ou recommandés par le fabricant (longueurs minimums : 2m/section) pour les connexions aux prises d'air extérieur, aux évacuations d'air et positions d'air fourni et d'air de reprise.

Une fois l'unité complètement installée et toutes les connexions bien calfeutrées suivant les instructions du fabricant, tous les registres dans les tronçons de conduits doivent être totalement ouverts (registres 1 à 4, figure 7-2).

Conditions de l'essai :

- Débit d'air fourni (Q₂) : 100 % du débit d'air de l'UUT
- Débit d'air de reprise (Q₃) : même débit que le débit d'air fourni (Q₂ = Q₃)

- Pression statique de l'air fourni (P_{s2}) équilibré avec la pression statique de l'air de reprise (P_{s3})

En conséquence, la différence de pression entre l'air fourni (P_{s2}) et l'air de reprise (P_{s3}) devrait être nulle, selon la Section 8.2.3.

L'unité soumise à l'essai doit être mise aux conditions normales de flux et les flux doivent être enregistrés aux quatre stations de mesure simultanément. Si nécessaire, ajustez les registres 1-4 afin d'obtenir des conditions de flux équilibrées à 90 % près, tel que spécifié dans la norme CAN/CSA F326-M91 (R2010). Notez que certains systèmes VRC/VRÉ peuvent être équipés de systèmes de registres d'équilibrage. Dans ce cas, installez le système avec les registres en place et équilibrez suivant les instructions du fabricant. Une fois l'UUT équilibré, enregistrez les valeurs des flux aux quatre stations de mesure et comparez aux spécifications UUT fournies par le fabricant ou par un organisme de certification indépendant, le cas échéant.

Réglez le VRC en mode débit maximum et effectuez des lectures du flux pendant une heure minimum aux 4 stations. Répétez cette procédure pour tout autre mode de fonctionnement de l'UUT.

Lorsque le VRC est en mode normal, enregistrez les conditions de flux pendant une heure minimum aux 4 stations. Notez particulièrement l'occurrence, le moment et la durée de tout changement de flux, comme ceux qui résultent de modifications de programmation par défaut du VRC. Il peut être nécessaire, le cas échéant, de supplanter les modifications de flux. Si ce n'est pas possible, notez le moment où cela se passe et ajustez la procédure d'essai en fonction.

8.2.3 Analyses des données et rapports

Enregistrez les débits spécifiés et observés à l'aide des tableaux fournis Section 9.2 – Rapports des essais d'évaluation.

Critères d'évaluation

- La norme CSA F326 Section 8.13.3 (d), spécifie que :

Les débits d'air entrant et d'évacuation des ventilateurs-récupérateurs de chaleur, en mode de fonctionnement normal, doivent être équilibrés de telle sorte que la valeur du flux d'air le plus faible soit au moins égale à 90% de la valeur du flux d'air le plus fort à moins que les recommandations du fabricant soient différentes.

Essai 1 Satisfaisant/Non satisfaisant est fondé sur :

- a) Les débits mesurés pour l'UUT se situaient dans les 10 % des valeurs spécifiées, et
- b) Les débits d'air fourni et d'air d'évacuation mesurés n'ont pas varié de plus de 10 %.

8.3 Essai 2a : Emissions d'ozone du système complet

8.3.1 Objectif

Cet essai permet de vérifier que les moteurs des ventilateurs ou tout autre appareil de purification d'air des matières particulaires (filtres électroniques comme ionisateurs ou appareils électrostatiques) installés dans le système VRC/VRÉ ne généreront pas d'ozone en quantité significative pendant le fonctionnement. Cet essai nécessite un contrôle de l'ozone en amont et en aval du système VRC/VRÉ.

Si l'UUT contient un ou des appareils de filtration électronique supplémentaires, cet essai sera exécuté en deux temps :

- 1) avec le système de filtration désactivé (pour vérifier une éventuelle production d'ozone par les moteurs souffleurs des VRC/VRÉ); et
- 2) avec tout système de filtration supplémentaire activé pour tester la formation d'ozone en tant que sous-produit au moment de la filtration.

8.3.2 Déroulement des essais

Échantillonnage d'ozone :

- Allumez les deux appareils de contrôle d'ozone et placez-les de sorte que les deux effectuent une prise d'échantillons au même emplacement dans la pièce. Laissez les appareils chauffer pendant la période recommandée par le fabricant, puis confirmez que les deux unités enregistrent la même concentration ambiante (+/- 2 ppb).
- Connectez les conduites d'échantillonnage d'air en PTFE des deux appareils de contrôle d'ozone aux ports d'échantillonnage des stations 1 (Air extérieur) et 2 (Air fourni)
- Démarrez le système VRC/VRÉ au flux maximal en mode normal et enregistrez les niveaux d'ozone pendant 10 minutes minimum, à intervalle d'échantillonnage de 15 s.
- Inscrivez les données enregistrées et calculez les valeurs moyennes et les déviations standards pour les emplacements en amont et en aval.

8.3.3 Analyses des données et rapports

Enregistrez les concentrations d'ozone et la variation nette à l'aide des tableaux fournis Section 9.2 - Rapports des essais d'évaluation.

Critères d'évaluation :

- L'augmentation nette des niveaux d'ozone (basée sur la différence des valeurs moyennes obtenues dans les flux d'air extérieur et air fourni (Stations 1 and 2) doit être en dessous de 20 ppb⁸, valeur recommandée par Santé Canada (Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : Ozone) :
 - Satisfaisant : variation nette du niveau d'ozone < 20 ppb

⁸ Même si les émissions de l'appareil se situent en dessous des niveaux recommandés, certaines conditions (ozone extérieur élevé, autres sources intérieures) peuvent faire augmenter de façon cumulative les concentrations au delà du seuil recommandé quand l'appareil est installé dans les habitations. Dans de telles conditions, il est recommandé de prendre des mesures d'atténuation appropriées telles que la suppression de la source intérieure et l'arrêt de l'unité VRC/VRÉ pendant les périodes de niveaux élevés d'ozone.

- Non satisfaisant : variation nette du niveau d'ozone ≥ 20 ppb

8.4 Essais 2b et 2c : Émissions de composés organiques volatils du système complet

8.4.1 Objectif

Cet essai permet de vérifier que le système VRC/VRÉ (y compris toutes les connexions et conduits flexibles fournis/recommandés) n'est pas une source de composés organiques volatils ou carbonylés. L'essai est mené en effectuant des prises d'échantillons du flux d'air extérieur en amont du système VRC/VRÉ (Station 1) et immédiatement en aval dans le conduit d'air fourni (Station 2). Toute augmentation des niveaux de contaminants sera imputée au système VRC/VRÉ, et comparée aux valeurs des lignes directrices pour chaque contaminant. Si le système VRC/VRÉ offre un mode recirculation, alors l'essai sera répété sous ce mode de fonctionnement, en prélevant de surcroît des échantillons de COV/Carbonyle dans le conduit d'air de reprise (Station 3).

8.4.2 Déroulement des essais

8.4.2.1 Essai 2b : Composés organiques volatils

Confirmez que le temps total de fonctionnement de l'UUT au cours des **essais 1 et 2a** n'a pas dépassé les 48 h.

Si l'air du laboratoire est utilisé en tant qu'air extérieur pour l'UUT, prélevez un échantillon d'air du laboratoire et confirmez que les niveaux ambiants de COV sont acceptables ($COVT < 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pour confirmer que le réseau de conduits du montage d'essai n'est pas une source de contamination par COV, l'UUT étant en fonctionnement dans les conditions souhaitées, collectez simultanément 2 L d'échantillon d'air (ex. 20 min à 100 mL/min) dans l'air extérieur (ou air du laboratoire suivant la configuration du système) et dans la portion de conduit Air extérieur (Segment 1) à l'emplacement d'essai « COV n°1 » identifié Figure 7-2. Comparez ces résultats. Si l'on observe une augmentation des contaminants, identifiez la source et solutionnez le problème (nouveau nettoyage du conduit le cas échéant).

L'UUT étant opérationnel, stable et en conditions « Normales » (laissez 30 minutes au système pour se stabiliser, le flux doit être maintenu à $\pm 10\%$ des conditions de l'**essai 1**), prélevez des échantillons d'air simultanément aux points « COV n°1 » (Air extérieur) et « COV n°2 » (Air fourni). Répétez de façon à prélever deux paires d'échantillons d'air.

Enregistrez l'heure de démarrage et les paramètres de fonctionnement de l'UUT.

Pour chaque échantillon d'air, enregistrez les paramètres suivants :

- Emplacement de l'échantillon (COV n°1, 2, 3, 4, Extérieur ou Laboratoire)
- Marque, modèle/numéro de série du tube d'échantillonnage
- Composants du système d'échantillonnage (pompe/régulateurs)
- Débit d'échantillonnage (mL/min), (50 – 200 mL/min)
- Heure/date début et fin échantillonnage
- Nom personne chargée de l'échantillonnage
- Code discret échantillon (ID essai et numéro d'échantillon)

Collectez des échantillons de référence du laboratoire en ouvrant et fermant rapidement des tubes à sorbant propres placés à côté des tubes d'échantillon d'air au cours de la période d'essai de l'UUT.

Si l'UUT dispose d'un mode optionnel de recirculation, répétez l'essai ci-dessus avec un échantillonnage simultané aux emplacements « COV n°2 » (Air fourni) et « COV n°3 » (Air de reprise) identifiés Figure 7-5.

8.4.2.2 *Essai 2c : Composés carbonylés*

En coordination avec l'échantillonnage de COV mentionné ci-dessus, prélevez simultanément des échantillons de 20 L d'air (ex. 100 min à 200 mL/min) aux points « COV n°1 » (Air extérieur) et « COV n°2 » (Air fourni). Répétez de façon à prélever deux paires d'échantillons d'air.

Pour chaque échantillon d'air, enregistrez les paramètres suivants :

- Emplacement de l'échantillon (COV n°1, 2, 3, 4, Extérieur ou Laboratoire)
- Marque, modèle/numéro de série du tube d'échantillonnage
- Composants du système d'échantillonnage (pompe/régulateurs)
- Débit d'échantillonnage (mL/min), (50 – 200 mL/min)
- Heure/date début et fin échantillonnage
- Nom personne chargée de l'échantillonnage
- Code discret échantillon (ID essai et numéro d'échantillon)

Collectez des échantillons de référence du laboratoire en ouvrant et fermant rapidement des cartouches propres placées à côté des tubes d'échantillon d'air au cours de la période d'essai de l'UUT.

Si l'UUT dispose d'un mode optionnel de recirculation, répétez l'essai ci-dessus avec un échantillonnage simultané aux emplacements « COV n°2 » (Air fourni) et « COV n°3 » (Air de reprise) identifiés Figure 7-5.

8.4.3 **Analyses des données et rapports**

Décrivez en détail l'équipement utilisé pour l'échantillonnage d'air (pompes, régulateurs de flux, chronomètres, milieux de collecte d'échantillons et traitement/préparation y compris nettoyage).

Décrivez les systèmes analytiques utilisés pour l'analyse des échantillons de COV et carbonyles (instruments d'analyse, conditions analytiques, calibrage et paramètres d'intégration)

Essai 2b : échantillons COV

- Valeurs de référence - valeurs corrigées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$:
(masse COV dans tube d'échantillonnage – masse dans tube de référence)/volume échantillon
- Rapportez le seuil de détection (LOD) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$: échantillon de 2 L) pour chaque COV détecté.
- Rapportez les valeurs à l'aide des tableaux fournis 9.2.2.2 (Rapportez niveaux COV uniquement pour les composés qui dépassent le seuil de détection (LOD))

Essai 2c: échantillons de composés carbonylés

- Valeurs de référence - valeurs corrigées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$:
(masse composé carbonylé dans cartouche d'échantillon – masse dans cartouche de référence) / volume échantillon
- Rapportez le seuil de détection (LOD) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$: échantillon de 2 L) pour chaque composé détecté.
- Rapportez les valeurs à l'aide des tableaux fournis 9.2.2.2 (Rapportez les niveaux de COV uniquement pour les composés qui dépassent le seuil de détection (LOD))

8.5 Essai 3 : Filtration des particules par le système entier

8.5.1 Objectif:

Cet essai vise à déterminer la performance installée des systèmes de filtration de particules basiques mais aussi additionnels/améliorés présents dans l'UUT (utilisant une méthode à un seul passage)⁹. Toute fuite de déviation qui peut se produire à cause de circuits de flux mal conçus ou mal calfeutrés au sein de l'UUT et/ou de faiblesses dans les montages/raccordements des filtres peut être déterminée en évaluant la performance *in situ* de l'unité installée en matière de suppression des PM.

L'essai nécessite l'évaluation des niveaux de $\text{PM}_{2,5}$ et PM_{10} ainsi que de la performance en ce qui concerne leur suppression.

Le tableau suivant résume les capacités de filtration améliorée possible dans l'UUT.

Tableau 8-1 : Capacités de filtration améliorée possible dans l'UUT

Composant du système	Allégation de performance	Exigence de l'essai
Filtration des particules améliorée	Suppression améliorée des PM extérieurs par filtre HEPA ou électrofiltrage	Dosage des particules dans le flux d'air extérieur et prise d'échantillon de l'air fourni
Filtration des particules améliorée : fonctionnement en mode recirculation	Réduction des niveaux de particules à l'intérieur due à la filtration en recirculation	Dosage des particules dans le flux d'air de reprise et prise d'échantillon de l'air fourni

8.5.2 Déroulement des essais:

Vérifier que tous les filtres, cartouches et cadres de filtres sont bien orientés et montés conformément aux instructions du fabricant.

Veillez à ce que la date/l'heure soient synchronisées dans le SAD et les COP.

Si l'air du laboratoire est utilisé en tant qu'air extérieur pour l'UUT, prélevez un échantillon d'air du laboratoire et confirmez que les niveaux de PM_{10} ambiants sont acceptables ($\text{PM}_{10} < 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Démarrez l'UUT en mode normal et enregistrez tous les débits, la température et l'humidité relative pour chacun des essais dans le SAD. Laissez assez de temps pour confirmer que tous les flux sont stables à +/- 10 % des conditions de l'**essai 1**.

⁹ Le protocole sous-entend que la performance du matériau filtrant lui-même est conforme aux spécifications et qu'il a été testé suivant les normes reconnues.

Utilisez des têtes de prélèvement isocinétiques pour le prélèvement des particules en fonction des débits de l'UUT. Prélevez des échantillons des particules en suspension dans les tronçons de conduits d'air extérieur et d'air fourni, puis enregistrez les niveaux ambiants.

Entamez l'injection de PM (Section 7.1) dans la section Air extérieur et continuez l'injection jusqu'à ce que des niveaux stables d'environ $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\pm 10\%$) soient maintenus dans le conduit Air extérieur pendant 10 à 15 minutes.

Arrêtez le dosage des PM tout en continuant le prélèvement pendant 5 à 10 minutes supplémentaires.

8.5.3 Analyses des données et rapports

Donnez des renseignements sur tous les filtres fournis avec le système, y compris les systèmes de pré-filtrage. Enregistrez les informations concernant la marque et le modèle ainsi que toute valeur spécifiée en matière de performance.

Enregistrez les valeurs de flux, températures et HR du système pour tous les tronçons de conduits dans le SAD.

Transcrivez les niveaux de PM observés et calculez les niveaux moyens et déviations standards avant, pendant et après l'injection de PM.

Utilisez le tableau fourni Section 9.2.3 pour enregistrer la performance en matière de suppression de PM.

8.6 Essai 4 : Emissions de composés organiques des composants du système (espaces de tête)

8.6.1 Objectif:

L'**essai 4** est facultatif et vise à permettre au fabricant d'identifier les causes spécifiques d'un échec aux **essais 2b** ou **2c**. Il comprend des essais sur les émissions par analyse de tête pour chaque composant du système VRC/VRÉ dans de petites chambres environnementales. Les lignes directrices générales de la norme ASTM D5116 seront suivies.

La sélection des composants du système à tester sera fondée sur l'évaluation des résultats des **essais 2b** et **2c**, sur les discussions avec le fabricant du système VRC/VRÉ et du fournisseur ou des composants, le cas échéant. Elle pourra comprendre un ou plusieurs des éléments suivants :

- Matériaux de l'échangeur de chaleur du VRC/VRÉ (polypropylène/copolymère polypropylène, aluminium, acier inoxydable, membranes polymères).
- Matériaux des conduits et connecteurs flexibles (composés vinyliques, feuilles d'aluminium, laminés de polyester, films de polyester métallisés).
- Matériaux des prises d'air extérieur.
- Moteur/Soufflerie.
- Appareils de filtration (lits filtrants, filtres à air de base en polyester, filtres plissés, supports, garnitures).
- Matériaux caisson (métal, plastique).
- Matériaux insonorisants utilisés pour le caisson, dont mousse plastique.
- Registres d'équilibrage facultatifs.

Si la source du contaminant est clairement identifiée par les essais dans l'espace de tête, alors le fabricant pourra remplacer le composant responsable avant d'effectuer un nouvel essai de tout le système (Figure 8-1).

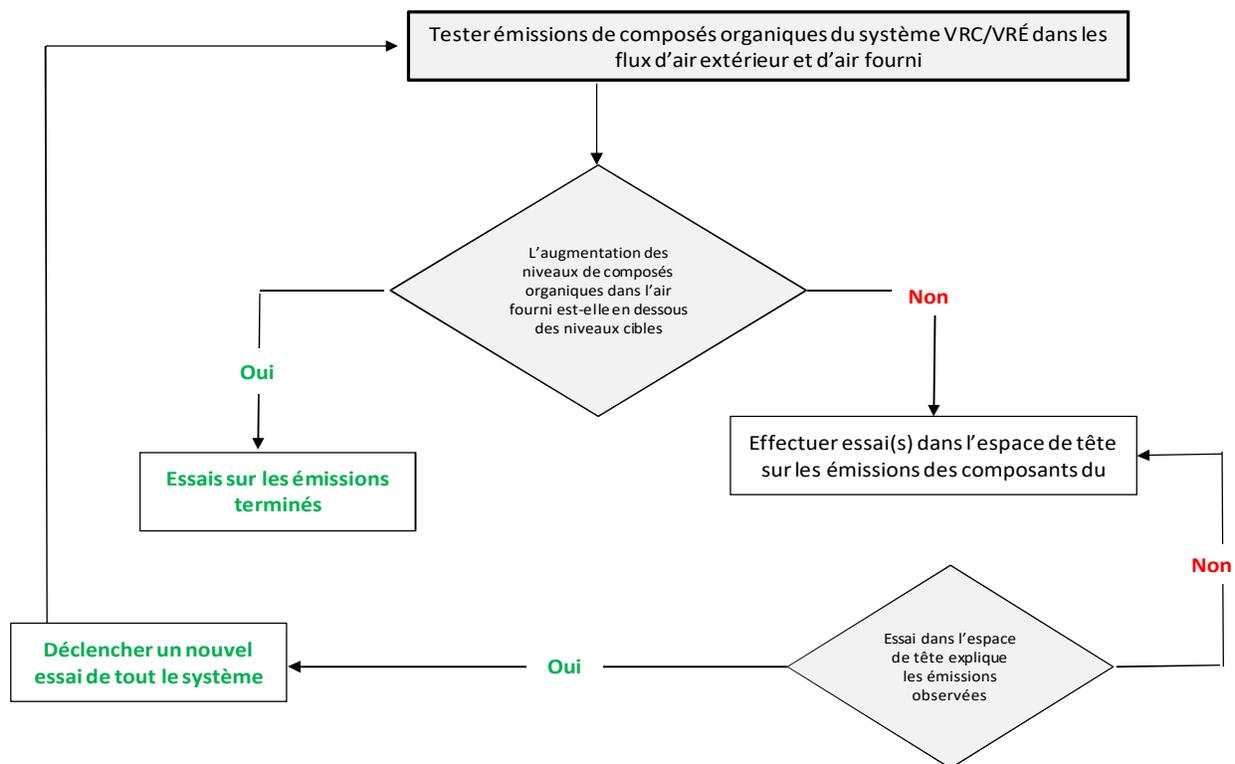


Figure 8-1 : Processus de décision/suivi pour mettre en place l'essai 4.

8.6.2 Déroulement des essais

Fixez la température de la chambre à 30 °C (espace environnemental ou contrôles environnementaux du laboratoire).

Nettoyez la chambre à l'aide de détergent industriel pour le verre et de l'eau. Rincez avec de l'eau du robinet, puis de l'eau distillée et séchez avec un chiffon propre. Purgez avec de l'air pur (50 % HR) jusqu'à ce que vous obteniez un air d'évacuation avec une humidité stable 50 % HR +/- 5%.

Prélevez un échantillon d'air ambiant à l'aide des techniques décrites dans les essais 2b et 2c et analysez par CG/SM et CLHP afin de confirmer que l'air ambiant de la chambre répond aux critères suivants :

- COVT : $\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Composés individuels, dont le formaldéhyde : $\leq 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Si les conditions ambiantes de la chambre sont acceptables, placez le composant de l'UUT dans la chambre et calfeutrez à nouveau. Purgez la chambre pendant 3 h au taux de 1 renouvellement d'air par heure avec un air d'alimentation à 50 % HR. Arrêtez la purge et calfeutrez la chambre. Maintenez la température de la chambre à 30 °C. Après 24 h, reconnectez l'air d'alimentation de la chambre et purgez à 250 ml/min. En utilisant un évent en T à la sortie d'évacuation de la chambre, commencez immédiatement l'échantillonnage à partir de l'air d'évacuation à 200 ml/min. Prélevez d'abord les échantillons de COV (approx. 2 L), puis ceux des composés carbonylés (approx. 10 L).

Si les conditions ambiantes de la chambre ne sont pas satisfaisantes, effectuez un nouveau nettoyage.

Les équipements analytiques et d'échantillonnage de l'air requis pour les essais en espace de tête sont identiques à ceux décrits pour les essais 2b et 2c.

8.6.3 Analyses des données et rapports

Décrivez et enregistrez tous les marquages sur le(s) composant(s) testé(s) :

- fabricant/marque/modèle/numéros de série
- compositions
- spécifications précisées pour les matériaux filtrants
- date de fabrication

Rapportez les résultats des essais sur l'air ambiant de la chambre.

Utilisez le tableau fourni Section 9.2.4 pour rapporter les résultats des essais en espace de tête.

9 RAPPORT D'ESSAI

Le rapport d'essai doit contenir les renseignements suivants :

9.1 Description de l'UUT/Agence chargée des essais

Le rapport d'essai doit contenir les renseignements suivants :

- Marque/Modèle/Numéro de série
- Date et site de fabrication
- Certification par une tierce partie que l'UUT est représentatif du produit
- Date de réception du labo d'essais
- Débits de soufflage d'air
- Modes d'opération fournis par le système
- Documentez toute allégation en matière de QAI pour l'UUT
- Certificats de performance – enregistrez l'information de tous les certificats annexés ou fournis avec l'UUT
- Documentez tous les filtres fournis avec le système (ou installés comme composants facultatifs pour cet essai) : descriptions des dimensions des filtres, types, cadres/support, spécifications de la performance alléguée
- Documentez marque/modèle/fabricant de tous les conduits flexibles fournis ou recommandés pour cette installation
- Photographiez l'unité d'essai et tous les composants installés

a) Description de l'UUT**Marque :** _____**Modèle :** _____**Numéro de série :** _____**Site de fabrication :** _____**Date de fabrication :** _____**Flux spécifiés par le fabricant :**

- ____ pi³/min (____ L/s) @ ____ in wg (____ Pa)
- ____ pi³/min (____ L/s) @ ____ in wg (____ Pa)

Débits d'air (par étiquette de certification) :

- Source de certification : _____
- Flux certifiés :
 - ____ pi³/min (____ L/s) @ ____ in wg (____ Pa)
 - ____ pi³/min (____ L/s) @ ____ in wg (____ Pa)

Modes d'opération :

- _____
- _____
- _____
- _____

Composants de filtration installés dans le système :

- _____
- _____
- _____

Composants de l'installation fournis :

- Conduits flexibles :
 - Air extérieur/Air d'évacuation :
 - Marque/Modèle : _____
 - Longueur installée : _____
 - Air fourni/Air de reprise : _____
 - Marque/Modèle : _____
 - Longueur installée : _____

Performance en QAI alléguée dans la documentation publicitaire/fonctionnelle du fabricant :

- _____
- _____
- _____
- _____

Photos et diagrammes de l'UUT :

b) Labo d'essais/Collecte et détails des essais UUT :**Nom et emplacement UUT :** _____**Nom du contact :** _____**Détails réception UUT :**

- Provenance : _____
- Date d'obtention : _____
- Condition à la réception : _____

Code d'essai interne : _____**Dates des essais :** _____**UUT acceptable pour les essais ?**

- Age de l'UUT à la date de l'essai : _____ jours
- Satisfait au critère d'âge de 2 jours ? (**Satisfaisant/Non satisfaisant**) : _____

9.2 Rapports d'essai d'évaluation :

9.2.1 Rapport essai 1 : Flux du système :

Tableau 9-1 : Flux UUT observés – Mode normal

Section de flux	Mode normal			
	Spécification (L/s)	Observé (L/s)	Date/Heure	Accord, %
Station 1: <i>Air extérieur</i>				
Station 2: <i>Air fourni</i>				
Station 3: <i>Air de reprise</i>				
Station 4: <i>Air d'évacuation</i>				

Tableau 9-2: Flux UUT observés – Mode maximum

Section de flux	Mode maximum			
	Spécification (L/s)	Observé (L/s)	Date/Heure	Accord, %
Station 1: <i>Air extérieur</i>				
Station 2: <i>Air fourni</i>				
Station 3: <i>Air de reprise</i>				
Station 4: <i>Air d'évacuation</i>				

Tableau 9-3: Flux UUT observés – Mode recirculation

Section de flux	Mode recirculation (le cas échéant)			
	Spécification (L/s)	Observé (L/s)	Date/Heure	Accord, %
Station 1: <i>Air extérieur</i>				
Station 2: <i>Air fourni</i>				
Station 3: <i>Air de reprise</i>				
Station 4: <i>Air d'évacuation</i>				

Le mode normal est conforme aux exigences de la norme CSA F326 Alimentation = Evacuation à + ou - 10 % ?:

- différence calculée : _____ %

Est conforme aux spécifications de flux et est accepté pour les essais de performance QAI suivants

(*Satisfaisant/Non satisfaisant*): _____

9.2.2 Rapport d'essai : Emissions de composés organiques du système :

9.2.2.1 Essai 2a – Génération du sous-produit Ozone :

a) Mode normal :

Tableau 9-4 : Génération d'ozone dans l'UUT - Mode normal

	Niveau O ₃ dans l' Air extérieur (Station 1), ppb	Niveau O ₃ dans l' Air fourni (Station 2), ppb	Variation nette du niveau O ₃ , ppb
Résultat de l'essai :			

Ozone dans l'air fourni (Mode normal) : Variation nette < 20 ppb : (**Satisfaisant/Non satisfaisant**):

b) Mode recirculation (le cas échéant) :

a. S'applique à cet UUT ? (**Oui/Non**) : _____

Tableau 9-5: Génération d'ozone dans l'UUT - Mode recirculation

	Niveau O ₃ dans l' Air de reprise (Station 3), ppb	Niveau O ₃ dans l' Air fourni (Station 2), ppb	Variation nette du niveau O ₃ , ppb
Résultat de l'essai :			

Ozone dans l'air fourni (Mode recirculation) : Variation nette < 20 ppb (**Satisfaisant/Non satisfaisant/s.o.**):

c) Niveaux d'ozone durant l'utilisation de la filtration supplémentaire (le cas échéant) :

a. S'applique à cet UUT ? _____ (**Oui/Non**)

b. Si **oui** : Nature de la filtration supplémentaire ? _____ (précipitateur électronique, ...)

Tableau 9-6 : Génération d'ozone dans l'UUT durant l'utilisation de la filtration supplémentaire

	Niveau O ₃ dans l' Air extérieur (Station 1), ppb	Niveau O ₃ dans l' Air fourni (Station 2), ppb	Variation nette du niveau O ₃ , ppb
Résultat de l'essai :			

Ozone dans l'air fourni (avec filtration supplémentaire) Variation nette < 20 ppb (**Satisfaisant/Non satisfaisant/s.o.**): _____

9.2.2.2 Rapport d'essai 2b : Emissions de COV – Système entier

Mode d'opération normal

Soumettez un rapport sur les composants détectés (> LOD) à l'aide du tableau 9-8 suivant et modifiez selon les besoins les classes et le nombre de lignes.

Tableau 9-7 : Emissions de COV dans l'UUT – Mode normal

VOC Class	Organic Compound	RT, min	CAS #	Field Blank	Normal Operation Mode			
					Corrected Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Net Change (Supply - Return)	
					Mass, ng	Outdoor Air	Supply Air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alcohol								
Aliphatic HC								
Aromatic HC								
Halogenated HC								
Ester								
Terpene								
Silyl compound								
GC / MS	SUM of Identified VOCs (as Toluene)							
	TVOC							

Critères d'évaluation :

- **Satisfaisant** : la variation de niveau nette est inférieure à toutes les valeurs recommandées dans les lignes directrices et répertoriées dans le tableau 10-3 : ou autres critères d'acceptation
- **Juste satisfaisant** : ≤ 5 les valeurs des lignes directrices sont dépassées mais aucune n'est multipliée par un facteur supérieur à 2
- **Non satisfaisant** : > 5 les valeurs des lignes directrices (tableau 10-3) sont dépassées, multipliées par un facteur de 2 ou plus

Résultat de l'essai: _____ (**Satisfaisant**/**Juste satisfaisant**/**Non satisfaisant**)

Note : Les composés émis non répertoriés dans le tableau 10-3, mais détectés à des niveaux supérieurs à 100 µg/m³, devraient être revus par un toxicologiste qualifié. S'ils s'avèrent pouvoir constituer un risque pour la santé, alors le composé doit être identifié en tant que tel dans le rapport d'évaluation et la mention « Non satisfaisant » entrée pour les émissions de composés organiques.

Mode d'opération recirculation (le cas échéant)

Soumettez un rapport sur les composants détectés (> LOD) à l'aide du tableau 9-8 suivant et modifiez selon les besoins les classes et le nombre de lignes.

Table 9-8 : Emissions de COV dans l'UUT – Mode recirculation

VOC Class	Organic Compound	RT, min	CAS #	Field Blank	Recirculation Operation Mode			
					Corrected Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Net Change (Supply - Return)	
					Return Air	Supply Air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Alcohol								
Aliphatic HC								
Aromatic HC								
Halogenated HC								
Ester								
Terpene								
Silyl compound								
GC / MS	SUM of Identified VOCs (as Toluene)							
	TVOC							

Critères d'évaluation :

- **Satisfaisant** : la variation de niveau nette est inférieure à toutes les valeurs recommandées dans les lignes directrices et répertoriées dans le tableau 10-3 : ou autres critères d'acceptation
- **Juste satisfaisant** : ≤ 5 les valeurs des lignes directrices sont dépassées mais aucune n'est multipliée par un facteur supérieur à 2
- **Non satisfaisant** : > 5 les valeurs des lignes directrices (tableau 10-3) sont dépassées, multipliées par un facteur de 2 ou plus

Résultat de l'essai: _____ (**Satisfaisant**/**Juste satisfaisant**/**Non satisfaisant**)

Les composés émis non répertoriés dans le tableau 10-3, mais détectés à des niveaux supérieurs à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, devraient être revus par un toxicologiste qualifié. S'ils s'avèrent pouvoir constituer un risque pour la santé, alors

le composé doit être identifié en tant que tel dans le rapport d'évaluation et la mention « Non satisfaisant » entrée pour les émissions de composés organiques.

9.2.2.3 Rapport d'essai 2c : sous-produit pour les émissions de composés carbonylés (formaldéhyde)

a) Mode d'opération normal

Soumettez un rapport sur les composants détectés (> LOD) à l'aide du tableau 9-9 suivant et modifiez selon les besoins les classes et le nombre de lignes.

Tableau 9-9 : Emissions de composés carbonylés (formaldéhyde) dans l'UUT – Mode normal

VOC Class	Organic Compound	RT, min	CAS #	Field Blank	Normal Operation Mode			
					Corrected Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Net Change (Supply - Return)	
					Outdoor Air	Supply Air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Aldehyde								
Ketone								

Formaldéhyde dans l'air fourni (mode normal) : Variation nette < $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (*Satisfaisant/Non satisfaisant*)¹⁰: _____

b) Mode recirculation (le cas échéant)

Soumettez un rapport sur les composants détectés (> LOD) à l'aide du tableau 9-10 suivant et modifiez selon les besoins les classes et le nombre de lignes.

Tableau 9-10 : Emissions de composés carbonylés (formaldéhyde) dans l'UUT – Mode recirculation

VOC Class	Organic Compound	RT, min	CAS #	Field Blank	Recirculation Operation Mode			
					Corrected Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Net Change (Supply - Return)	
					Return Air	Supply Air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Aldehyde								
Ketone								

Formaldéhyde dans l'air fourni (mode recirculation) : Variation nette < $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (*Satisfaisant/Non satisfaisant/s.o.*) : _____

¹⁰ Même si les émissions de l'UUT sont en dessous des niveaux recommandés, d'autres sources intérieures de formaldéhydes peuvent faire augmenter de façon cumulative les concentrations au delà du seuil recommandé quand l'appareil est installé dans les habitations. Dans de telles conditions, il est recommandé de contrôler les contaminants organiques (y compris le formaldéhyde) en supprimant les sources intérieures.

9.2.3 Essai 3 – Performance quant à la filtration de matières particulaires

a) Performance filtration air extérieur

Tableau 9-11 : Filtration air extérieur dans l'UUT – Mode normal

	Niveau de particules dans l'Air extérieur (Station 1),		Niveau de particules dans l'Air fourni (Station 2)	
	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)
Résultat de l'essai :				

Critères d'évaluation

- **Satisfaisant** : Dans l'air fourni, PM₁₀ est inférieur au niveau acceptable annuel du CNB qui est de 70 µg/m³ et PM_{2,5} inférieur à la norme CWS 2000 (norme pan-canadienne émise par le Conseil canadien des ministres de l'environnement) qui est de 30 µg/m³.
- **Juste satisfaisant** : Dans l'air fourni, PM₁₀ est supérieur au niveau acceptable annuel du CNB qui est de 70 µg/m³ mais inférieur au niveau journalier maximum acceptable qui est de 120 µg/m³.
- **Non satisfaisant** : Dans l'air fourni, PM₁₀ est supérieur à 120 µg/m³.

Résultat de l'essai : La filtration de l'air extérieur répond aux critères du CNB (**Satisfaisant/Juste satisfaisant/Non satisfaisant**) : _____

b) Performance filtration améliorée (air extérieur)

- a. Des capacités de filtration améliorée sont-elles alléguées pour cet UUT? (**Oui/Non**)

- b. Quelle est la nature de ces capacités de filtration (précipitateur électrostatique, HEPA, ...)?

- c. Performance de filtration alléguée : _____
- d. Performance de filtration observée : _____

Tableau 9-12: Filtration améliorée de l'air extérieur dans l'UUT – Mode normal

	Niveau des particules dans l'Air extérieur (Station 1),	Niveau des particules dans l'Air fourni (Station 2)	Variation nette du niveau de particules, %
	Critères spécifiés : _____	Critères spécifiés : _____	
Résultat de l'essai :			

Résultat de l'essai : La performance observée de la filtration améliorée répond aux allégations (**Satisfaisant/Non satisfaisant**) : _____

c) Performance filtration améliorée (air de recirculation) :

- a. Des capacités de filtration améliorée sont-elles alléguées pour cet UUT? (**Oui/Non**)

- b. Quelle est la nature de ces capacités de filtration (précipitateur électrostatique, HEPA, ...)?

- c. Performance de filtration alléguée : _____
- d. Performance de filtration observée : _____

Tableau 9-13 : Filtration améliorée de l'air extérieur dans l'UUT – Mode recirculation

	Niveau de particules dans l' Air de reprise (Station 3),	Niveau de particules dans l' Air fourni (Station 2)	Variation nette du niveau de particules, %
	Critères spécifiés : _____	Critères spécifiés : _____	
Résultat de l'essai :			

Résultat de l'essai : La performance observée de la filtration améliorée répond aux allégations
(Saisfaisant/Non satisfaisant) : _____

9.2.4 Essai 4 - Emissions de COV – Résultats de l'analyse de tête des composants de l'UUT

Composant UUT _____

Tableau 9-14a : Emissions de COV dans le composant xxxxxxx de l'UUT : Résultats analyse de tête

VOC Class	Organic Compound	RT, min	CAS #	Field Blank	Corrected Headspace Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
				Mass, ng	
Alcohol					
Aliphatic HC					
Aromatic HC					
Halogenated HC					
Ester					
Terpene					
Silyl compound					
GC / MS	SUM of Identified VOCs (as Toluene)				
	TVOC				

Tableau 9-15a : Emissions de carbonyle dans le composant xxxxxxx de l'UUT : Résultats analyse de tête

VOC Class	Organic Compound	RT, min	CAS #	Field Blank	Corrected Headspace Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
				Mass, ng	
Aldehydes					
Ketones					

9.3 Résumé de l'évaluation

L'UUT est conforme aux exigences en termes d'âge (*Satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____

Essai 1 : Débits d'air du système

- Conforme aux spéc. de flux (*Satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____
- Accepté pour essais supplémentaires sur performance QAI (*Oui/Non*) : _____

Essai 2 : Emissions de composés organiques du système

○ Essai 2a: Ozone – Air fourni

- Mode normal : Variation nette < 20 ppb (*Satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____
- Mode recirculation : Variation nette < 20 ppb (*Satisfaisant/Non satisfaisant/s.o.*) : _____
- Avec filtration supplémentaire : Variation nette < 20 ppb (*Satisfaisant/Non satisfaisant/s.o.*) : _____

○ Essai 2b: Emissions COV – Système entier (*Satisfaisant/Juste satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____

- Justification pour *Juste satisfaisant* ou *Non satisfaisant* : _____

Essai 2b: Emissions COV – Mode recirculation (*Satisfaisant/Juste satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____

- Justification pour *Juste satisfaisant* ou *Non satisfaisant* : _____

○ Essai 2c: Formaldéhyde –Air fourni

- Mode normal : Variation nette < 50 µg/m³ (*Satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____
- Mode recirculation : Variation nette < 50 µg/m³ (*Satisfaisant/Non satisfaisant/s.o.*) : _____

Essai 3 – Matières particulaires – Performance filtration

- Filtration air extérieur(*Satisfaisant/Juste satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____
- Performance filtration améliorée (air extérieur) : (*Satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____
- Performance filtration améliorée (air recirculation) : (*Satisfaisant/Non satisfaisant*) : _____

Essai 4: Emissions COV – Composants UUT

- Recommandations: _____

10 ANNEXES - INFORMATIVES

10.1 Normes existantes en matière de performance des systèmes VRC

Les systèmes VRC/VRÉ, en tant qu'appareils de ventilation, sont soumis à la réglementation des Codes du bâtiment (Code national du bâtiment – Canada, réglementation adoptée par les codes du bâtiment provinciaux/territoriaux), ainsi qu'aux normes de ventilation existantes (dont **CAN/CSA-F326-M91 (R2010)** - *Ventilation mécanique des habitations* et **ANSI/ASHRAE 62.2-2010** *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings*). La section 10.2 décrit ces exigences en détail.

Différentes normes de plusieurs organismes nord-américains visent des aspects spécifiques des installations VRC/VRÉ, leur fonctionnement et leur performance. Parmi ces normes :

- **ANSI/AHRI 1060-2005** : *Rating Air-To-Air Energy Recovery Ventilation Heat Exchangers*
- **ANSI/ASHRAE 84-2008** : *Method of Testing Air-to-Air Heat Exchangers*
- **CAN/CSA 22.2 NO. 113-M1984 (R2004)** : *Ventilateurs*
- **CAN/CSA-F326-M91 (R2010)** : *Ventilation mécanique des habitations* (qui remplace CAN/CSA Standard C444-M87 – *Installation Requirements for Heat Recovery Ventilators*)
- **CAN/CSA C439-00 (2009)** : *Méthodes d'essai pour l'évaluation en laboratoire des performances des ventilateurs-récupérateurs de chaleur/énergie*
- **HVI 915 (1 March 2009)**: *Loudness Testing and Rating Procedure*
- **UL 1812**: *Ducted Heat Recovery Ventilators*

Un résumé des principaux aspects de la performance des systèmes VRC/VRÉ couverts par ces normes est donné dans le tableau 10.1. Il confirme que ces normes couvrent les principaux aspects technologiques, comme :

- La performance en matière de ventilation (à savoir le Débit extérieur net)
- La performance saisonnière en matière de ventilation par climat froid (exprimée par le Facteur de réduction de ventilation à basse température, LTVR)
- La performance en ce qui concerne les fuites (Taux de transfert de l'air d'évacuation, EATR)
- L'efficacité apparente (sensible, latente et totale)
- L'efficacité de récupération de chaleur (sensible, latente et totale)

Au Canada, CAN/CSA C439 est la première norme en matière d'évaluation de la performance des systèmes VRC/VRÉ. Elle est référencée dans le Code national du bâtiment du Canada et dans CAN/CSA-F326. La Figure 10-1 montre le format recommandé par cette norme pour établir des rapports sur les essais de performance.

Alors que ces normes s'appliquent à des aspects importants de la performance en matière de ventilation et d'efficacité énergétique, aucune cependant ne s'applique aux aspects spécifiques de la performance en matière de qualité de l'air intérieur, comme :

- la performance de filtration des particules,
- l'émission de contaminants organiques par les composants des systèmes VRC/VRÉ,
- la formation du sous-produit ozone par les moteurs des systèmes VRC/VRÉ et/ou les systèmes de filtration supplémentaire.

Tableau 10-1 : Aperçu des normes existantes en matière de performance des VRC/VRÉ

Norme existante	Performance				
	Performance mécanique	Efficacité transfert de chaleur	Contamination croisée	Performance ventilation	Niveau de bruit
ANSI/AHRI 1060-2005 <i>Performance Rating of Air-To-Air Heat Exchangers for Energy Recovery Ventilation Heat Equipment</i>			<ul style="list-style-type: none"> Taux de transfert de l'air d'évacuation (EATR) 		
ANSI/ASHRAE 84-2008 <i>Method of Testing Air-to-Air Heat Exchangers</i>		<ul style="list-style-type: none"> Efficacité transfert de chaleur/d'énergie Taux d'efficacité de récupération 	<ul style="list-style-type: none"> Taux de transfert de l'air d'évacuation (EATR) = $(C_{SA}-C_{OA})/(C_{RA}-C_{OA})$ où C = [SF₆] Facteur de correction de l'air extérieur (OACF) = m_{OA}/m_{SA} où m = débit massique de l'air sec 	<ul style="list-style-type: none"> Baisse de pression et caractéristiques débit massique 	
CAN/CSA 22.2 NO. 113-M1984 (R2004) <i>Ventilateurs</i>	<ul style="list-style-type: none"> Aspects de sécurité 				
CAN/CSA C439-00 (2009) <i>Méthodes d'essai pour l'évaluation en laboratoire des performances des ventilateurs-récupérateurs de chaleur/énergie</i>		<ul style="list-style-type: none"> Efficacité transfert de chaleur/humidité 	<ul style="list-style-type: none"> Essais par gaz traceur de fuites croisées Transfert air d'évacuation Fuite coffrage 	<ul style="list-style-type: none"> Débit brut vs pression statique externe 	
UL 1812 <i>Ducted Heat Recovery Ventilators</i>	<ul style="list-style-type: none"> Exigences mécaniques/matériaux Câblage Résistivité de l'eau 				
HVI 915 (1 March 2009) <i>Loudness Testing and Rating Procedure</i>					<ul style="list-style-type: none"> Indice de bruit en sones

1

Notes: ANSI = *American National Standards Institute*; AHRI = *Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute*; ASHRAE = *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*; CSA = *Association canadienne de normalisation*; UL = *Underwriters Laboratories Inc.*; HVI = *Home Ventilating Institute*

HRV/ERV SPECIFICATION SHEET										
Testing agency: _____					Model: _____					
Date tested: _____					Serial number: _____					
Manufacturer: _____					Options installed: _____					
Address: _____					_____					
Telephone: _____					Electrical requirements: _____ Volts _____ Amps					
VENTILATION PERFORMANCE										
Maximum continuous rated airflows: _____ L/s @ _____ °C					Maximum continuous rated airflows: _____ °C					
_____ L/s @ _____ °C					Low-temperature ventilation reduction during test at -25 °C: _____ %					
_____ L/s @ _____ °C					Maximum unbalanced airflow during test at -25 °C: _____ L/s					
Airflow range for multispeed units: _____ L/s High speed _____ L/s Low speed _____ L/s					Exhaust air transfer ratio: _____					
External static pressure		Net supply airflow		Gross airflow				Power		
Pa	in. WC	L/s	cfm	Supply		Exhaust		W		
25	0.1									
50	0.2									
75	0.3									
100	0.4									
125	0.5									
150	0.6									
175	0.7									
200	0.8									
225	0.9									
NOTE: FAN CURVE PERFORMED ON HIGH SPEED										
ENERGY PERFORMANCE										
		Supply temperature		Net airflow		Supply/exhaust flow ratio	Average power, W	Sensible recovery efficiency	Apparent sensible effectiveness	Net moisture transfer
		°C	°F	L/s	cfm					
Heating	I	0	32							
	II	0	32							
	III	0	32							
	IV									
	V	-25	-13							
Cooling	VI	35	95					*	Comments from test agency:	
	VII									
<p>*Indicates total recovery efficiency, not sensible recovery efficiency 250 Pa = 1 in of water; 0.47 L/s = 1 cfm</p>										
<p>Testing was performed in general accordance with CSA C439, Standard laboratory methods of test for rating the performance of heat/energy-recovery ventilators, in accordance with accepted professional standards.</p>										
<p>Reference report: Sample no:</p>										

Figure 10-1: Rapport sur les résultats des essais de performance des systèmes VRC/VRÉ (Source: CAN/CSA C439-09)

10.2 Ventilation résidentielle et qualité de l'air extérieur

En tant que « ventilateurs », ainsi que dispositifs économiseurs d'énergie, les systèmes VRC/VRÉ sont soumis aux exigences du code du bâtiment exposées dans les codes modèles nationaux de construction du Canada (CMNC) telles qu'adoptées par les provinces et territoires. Les exigences principales de ces normes et documents sont résumées ci-dessous.

10.2.1 Codes modèles nationaux de construction

La Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies élabore six codes modèles nationaux de construction avec les conseils du Comité consultatif provincial-territorial des politiques sur les codes (CCPTPC). Deux de ces codes, le *Code national de l'énergie pour les bâtiments* (CNEB) et le *Code national du bâtiment du Canada* (CNB) fournissent une orientation en matière d'installation et de fonctionnement des systèmes VRC/VRÉ dans les habitations canadiennes.

10.2.1.1 Code national de l'énergie pour les bâtiments (CNEB)

Le CNEB (version 1997, jusqu'à la sortie de la version 2011) contient des exigences en matière de récupération de chaleur pour l'air de ventilation :

5.3.4.3. Récupération de chaleur dans les logements

1) Lorsque l'on utilise un système de ventilation mécanique autonome pour desservir un seul *logement*, et lorsqu'il est requis dans le tableau A -5.3.4.3. de l'annexe A pour la région administrative considérée et pour la *source principale de chauffage* pour le *bâtiment* ou partie du *bâtiment* ventilé, le ventilateur extracteur principal d'un tel système de ventilation doit être équipé d'une capacité de récupération de chaleur (voir annexe E).

2) Les ventilateurs récupérateurs de chaleur utilisés pour répondre aux exigences du paragraphe 1) doivent avoir une efficacité de récupération de la chaleur sensible, obtenue en conformité avec la méthode d'essai de ventilation et épreuve thermique à basse température décrite dans la norme CAN/CSA-C439, « *Méthodes d'essai pour l'évaluation en laboratoire des performances des ventilateurs-récupérateurs de chaleur/énergie* »

a) de 65 % minimum pour une température d'essai de l'air extérieur (Station 1) de 0 °C, et

b) pas inférieure à celle requise au tableau 5.3.4.3. pour la température de calcul de janvier à 2,5 % pour l'emplacement du bâtiment, Annexe C, Données climatiques pour le calcul des bâtiments au Canada, du Code national du bâtiment du Canada (voir Annexe E) .

Table 5.3.4.3.
Performance of Heat-recovery Ventilators
Forming Part of Sentence 5.3.4.3.(2)

2.5% January Design Temperature at Building Location	Outside Air Test Temperature at Station 1, °C	Sensible Heat-recovery Efficiency
≥ -10	0	65
< -10 and > -30	-25	55
≤ -30	-40	45

3) Les essais décrits au paragraphe 2) doivent être exécutés au débit de fonctionnement continu de l'équipement, qui correspond au ventilateur extracteur principal du système de ventilation référencé au paragraphe 1).

4) Lorsqu'un système de récupération de chaleur autre qu'un ventilateur récupérateur est utilisé pour répondre aux exigences du paragraphe 1), le système alternatif doit avoir une performance en matière de récupération de chaleur équivalente à celle requise au paragraphe 2) pour les ventilateurs-récupérateurs de chaleur.

Note de l'annexe

E-5.3.4.3.(1) Récupération de chaleur dans les logements. Le Code national du bâtiment du Canada (CNB) 1995 contient des exigences détaillées pour la ventilation mécanique des logements. En revanche, le CNB n'étant concerné que par les questions de santé et de sécurité, ces exigences ne visent que l'efficacité des systèmes de ventilation, pas leur rendement, lequel concerne ce Code. En conséquence, les exigences de ce Code devraient être prises en compte avec celles du CNB. Par exemple, les exigences du CNB 1995, sous-section 9.32.3., Ventilation mécanique, peuvent être satisfaites en utilisant un ventilateur-récupérateur de chaleur mais aussi avec d'autres types de systèmes de ventilation. Dans les cas où ce Code exige une récupération de chaleur à partir du ventilateur extracteur du système de ventilation, un ventilateur récupérateur de chaleur serait préférable.

Le ventilateur extracteur principal d'un système de ventilation est décrit dans l'article 9.32.3.4. du CNB 1995 et représente 50 % de la capacité totale de ventilation exigée à l'article 9.32.3.3. de ce Code.

E-5.3.4.3.(2) Ventilateurs récupérateurs de chaleur. La norme CSA référencée, CAN/ CSA-C439, décrit un essai en laboratoire permettant de déterminer la performance énergétique d'un ventilateur récupérateur de chaleur. Les résultats d'un essai effectué pour un fabricant sur un modèle donné sont énumérés dans le *Certified Home Ventilating Products Directory* du *Home Ventilating Institute, Division of Air Movement and Control Association, 30 West University Drive, Arlington Heights, Illinois 60004-1893 U.S.A.* et figurent généralement sur l'équipement ou dans la documentation publiée par le fabricant.

10.2.1.2 Code national du bâtiment du Canada (CNBC)

Les sections du CNBC relatives à l'installation et le fonctionnement des systèmes VRC/VRÉ se trouvent à la *Division B - Solutions acceptables : Partie 9* (Maisons et petits bâtiments) et *Partie 6* (Chauffage, Ventilation et conditionnement d'air).

Article 6.2.1.6. (Ventilateurs récupérateurs de chaleur) couvre les exigences de mise en place des systèmes VRC, et stipule que les ventilateurs récupérateurs de chaleur de capacité nominale d'au moins 25 L/s et d'au plus 200 L/s doivent être installés conformément à la sous-section 9.32.3.

Article 9.32.3.10. (Ventilateurs) définit les limites du facteur de réduction de ventilation à basse température des systèmes VRC.

Article 6.2.1.7 (Conditions climatiques) spécifie les niveaux acceptables de qualité de l'air pour l'air extérieur utilisé pour la ventilation d'un bâtiment.

Tableau 10-2: Niveau maximum acceptable de certains agents contaminants de l'air extérieur

Agents contaminants de l'air extérieur	Niveau maximum acceptable
Matière particulaire inférieure ou égale à 10 µm de diamètre (PM ₁₀)	70 µg/m ³ par an, et 120 µg/m ³ par jour
Ozone troposphérique (O ₃)	15 ppb par an, 25 ppb par jour, et

	82 ppb par heure
Monoxyde de carbone (CO)	13 ppm (15 mg/m ³) pour 8 heures, et 30 ppm (35 mg/m ³) par heure

Lorsque ces niveaux sont dépassés,

le CNB, **Article 6.2.2.4 (Appareils de nettoyage)**, exige que les systèmes de ventilation contiennent des appareils de nettoyage pour réduire les particules et les gaz aux niveaux maximum acceptables décrits au paragraphe 6.2.1.7.(2) avant l'introduction d'air extérieur dans les espaces occupés à l'intérieur.

A l'heure actuelle, l'**Article 6.2.1.7** n'est pas spécifiquement adopté dans la partie 9 (*Maisons et petits bâtiments*), de sorte que les appareils de nettoyage ne sont pas imposés pour les bâtiments résidentiels de moins de 3 étages et de superficie inférieure à 600 m² (approx. 6500 pi²). Ils sont utiles cependant pour l'évaluation de la performance en QAI des systèmes VRC/VRÉ et devraient être considérés avec attention (par rapport à la simple affirmation que l'air extérieur est de « l'air frais », comme indiqué par exemple **Figure 2-1**).

NOTE : les valeurs indiquées au Tableau 10-2 sont actuellement en révision et l'on s'attend à ce que les directives soient basées dans le futur sur les niveaux de PM_{2,5} et non de PM₁₀.

10.2.1.3 CAN/CSA-F326-M91 (R2010) - Ventilation mécanique des habitations

CAN/CSA F326 définit les exigences en matière de performance, d'installation et d'application, ainsi que de vérification de performance des systèmes mécaniques de ventilation, et s'applique aux systèmes capables de fournir des débits minimum contrôlés d'air de ventilation aux espaces habitables de ces logements individuels qui :

- (a) relèvent de la partie 9 du Code national du bâtiment du Canada; et
- (b) sont autonomes en matière de chauffage, ventilation et climatisation.

Cette norme définit les exigences en matière d'installation pour les ventilateurs récupérateurs de chaleur à conduits autonomes pour fonctionner dans des logements de capacité nominale maximum de 25 L/s au moins et 200 L/s au plus. Elle définit également des exigences de conception en matière de pression dans le logement et considère la maison comme un « système » équipé de sous-systèmes de ventilation qui déplacent l'air à l'intérieur et à l'extérieur tout en prenant en compte les caractéristiques de fuites de l'enveloppe, les conditions climatiques, le fonctionnement des ventilateurs extracteurs qui ne font pas partie du système de ventilation et les caractéristiques de ventilation des appareils de combustion à événements, y compris les foyers. Dans la section 8.13.3 (d), F326 requiert que « les débits d'air entrant et d'évacuation des ventilateurs-récupérateurs de chaleur, en mode de fonctionnement normal, doivent être équilibrés de telle sorte que la valeur du flux d'air le plus faible soit au moins égale à 90% de la valeur du flux d'air le plus fort à moins que les recommandations du fabricant soient différentes ».

10.3 Performance des filtres

En 2009, la norme ASHRAE 52.1 *Gravimetric and Dust-Spot Procedures for Testing Air-Cleaning Devices Used in General Ventilation* a été supprimée. Résultat, l'ancienne méthode pour produire des rapports sur la performance des filtres à particules en termes d'**élimination** et d'**efficacité contre les particules de poussière atmosphérique** est maintenant remplacée par les valeurs **MERV** (*Minimum Efficiency Reporting Value/Valeur consignée d'efficacité minimale*), comme déterminée dans ASHRAE 52.2 (2007) *Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size*.

Les valeurs MERV, de 1 à 16, caractérisent la performance minimum du filtre pour supprimer les matières particulaires allant de 0,3 à 10 microns (μm), les valeurs supérieures indiquant une meilleure efficacité de filtration. Tel qu'indiqué Figure 10-2 : Courbes de rendement minimum types (Source : adapté d'ASHRAE 52.2)

Certains systèmes VRC/VRÉ allèguent une performance « HEPA » en matière de suppression des matières particulaires. Cet acronyme signifie généralement *High Efficiency Particulate Air* (*Haute efficacité pour les particules de l'air*) (le terme *Arrestance* (Elimination) est parfois utilisé). Suivant l'Institute of Environmental Sciences and Technology, IEST-RP-CC001.3 et la norme du Department of Defense *Test Method Standard MIL-STD-282 Method 102.9.1 (DOP-Smoke Penetration and Air Resistance of Filters)*, les filtres HEPA éliminent 99,97 % des particules de 0,3 micron. La performance des filtres étant la plus faible autour des 0,3 μm , ceci signifie qu'un filtre HEPA éliminerait plus de 99,97 % des particules plus petites ou plus grandes que 0,3 μm .

La performance de filtration réelle dépend d'un certain nombre de facteurs, dont les circuits de flux du système dans lequel le filtre est installé et l'efficacité de l'étanchéité à l'air de l'ensemble filtre/cadre/support pour empêcher une dérivation. La certification d'un filtre à un certain niveau de performance (ex. HEPA) ne garantit pas nécessairement la performance attendue pour l'air fourni par l'unité VRC/VRÉ.

10.4 Valeurs-guides pour les composés organiques individuels, formaldéhyde et ozone

Valeur-guide Ozone :

Santé Canada (2010) Valeurs-guides d'exposition maximale résidentielle pour l'ozone (8 h d'exposition) : **20 ppb**

Valeur-guide Formaldéhyde :

Santé Canada (2006) Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel – Formaldéhyde: **40 ppb** (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Valeur-guide Toluène :

Santé Canada (2011) Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel – Toluène: **600 ppb** (2300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) :

Santé Canada (1989) Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : il faut minimiser l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques à l'intérieur des maisons (notamment benzo(a)pyrène, acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo[a]anthracène, benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[g,h,i]pérylène, benzo[k]fluoranthène, chrysène, dibenz[a,h]anthracène, fluoranthène, fluorène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène, naphthalène, phénanthrène, pyrène)

, les filtres dont la valeur MERV est inférieure à 8 ont peu d'effet sur les matières particulaires fines ($\text{PM}_{2,5}$) tandis que ceux dont la valeur MERV est de 14 permettront de supprimer environ 75 % des particules de 0,35 μm .

L'efficacité en matière d'élimination dépendant du débit d'air au travers du filtre, ASHRAE 52.2 exige que les valeurs MERV soient déclarées avec la vitesse de l'air à laquelle le filtre a été testé.

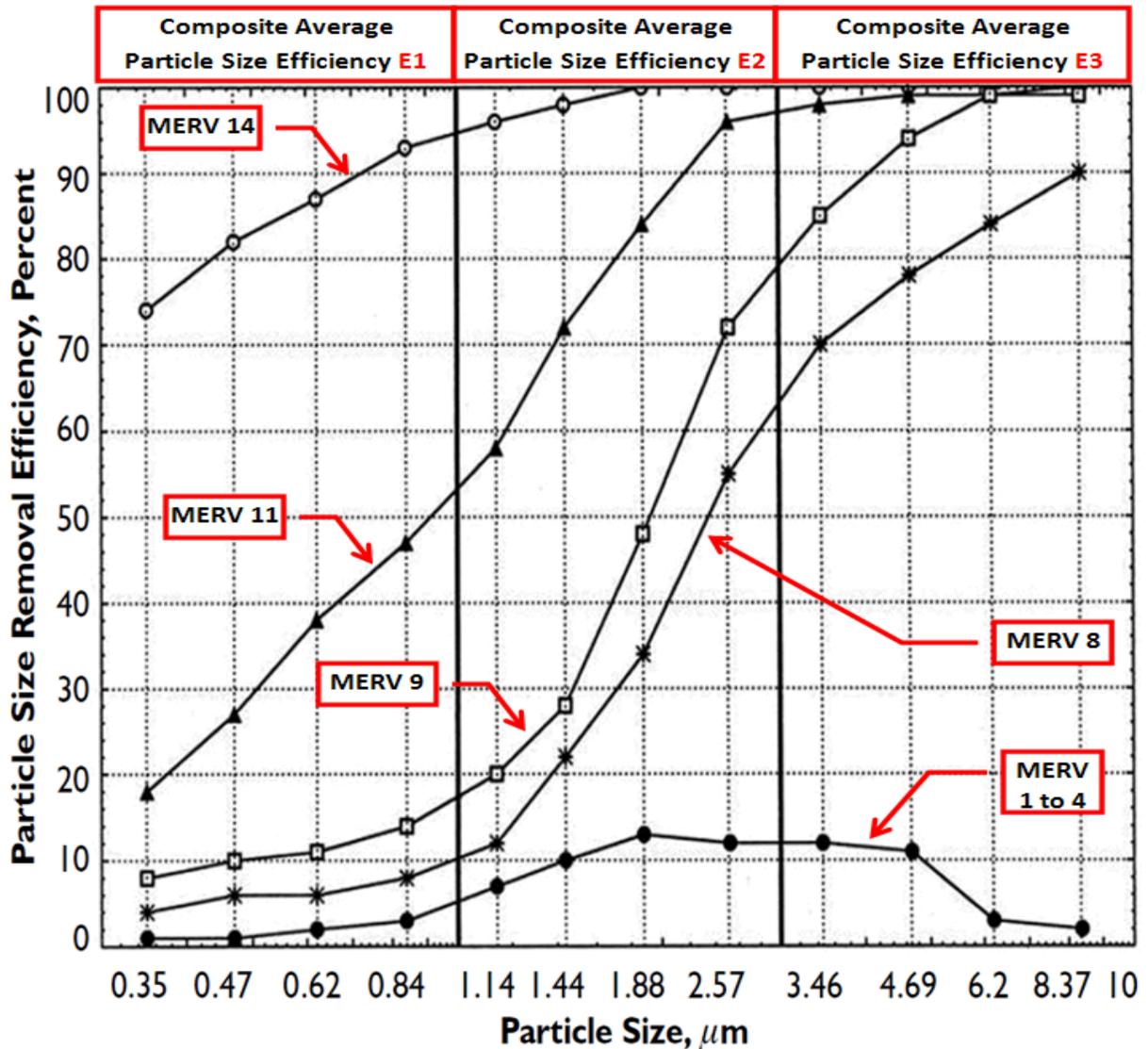


Figure 10-2 : Courbes de rendement minimum types (Source : adapté d'ASHRAE 52.2)

Certains systèmes VRC/VRÉ allèguent une performance « HEPA » en matière de suppression des matières particulaires. Cet acronyme signifie généralement *High Efficiency Particulate Air* (Haute efficacité pour les particules de l'air) (le terme *Arrestance* (Elimination) est parfois utilisé). Suivant l'Institute of Environmental Sciences and Technology, IEST-RP-CC001.3 et la norme du Department of Defense *Test Method Standard MIL-STD-282 Method 102.9.1 (DOP-Smoke Penetration and Air Resistance of Filters)*, les filtres HEPA éliminent 99,97 % des particules de 0,3 micron. La performance des filtres étant la plus faible autour des 0,3 µm, ceci signifie qu'un filtre HEPA éliminerait plus de 99,97 % des particules plus petites ou plus grandes que 0,3 µm.

La performance de filtration réelle dépend d'un certain nombre de facteurs, dont les circuits de flux du système dans lequel le filtre est installé et l'étanchéité à l'air de l'ensemble filtre/cadre/support pour empêcher une dérivation. La certification d'un filtre à un certain niveau de performance (ex. HEPA) ne garantit pas nécessairement la performance attendue pour l'air fourni par l'unité VRC/VRÉ.

10.5 Valeurs-guides pour les composés organiques individuels, formaldéhyde et ozone

Valeur-guide Ozone :

Santé Canada (2010) Valeurs-guides d'exposition maximale résidentielle pour l'ozone (8 h d'exposition) : **20 ppb**

Valeur-guide Formaldéhyde :

Santé Canada (2006) Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel – Formaldéhyde: **40 ppb** (50 µg/m³)

Valeur-guide Toluène :

Santé Canada (2011) Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel – Toluène: **600 ppb** (2300 µg/m³)

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) :

Santé Canada (1989) Ligne directrice sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : il faut minimiser l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques à l'intérieur des maisons (notamment benzo(a)pyrène, acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo[a]anthracène, benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[g,h,i]pérylène, benzo[k]fluoranthène, chrysène, dibenz[a,h]anthracène, fluoranthène, fluorène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène, naphthalène, phénanthrène, pyrène)

Tableau 10-3 : Niveaux des lignes directrices sur la QAI pour les composés organiques sélectionnés

Classe COV, Composé et N° CAS			Valeurs lignes directrices QAI, µg/m ³				
Classe	Composé	CAS	OMS (moyenne)	Calif 01350 (OEHHA, Calif.)	ATSDR MRL (chronique c)	ANSES (ex-AFSSET) (France)	Santé Canada Lignes direct.
Aldéhyde	Acétaldéhyde	75-07-0	50 (1 an)	70		200	9000
	Acroléine	107-02-8	50 (30 min)	0,35			50
	Formaldéhyde	50-00-0	100 (30 min)	16,5	10	10	50
Alcools, Glycols, GlycoEthers	1,2-Ethanédiol	107-21-1		200		400	
	1-Méthoxy-2-propanol	107-98-2		3500		2000	
	2-Butoxyéthanol	111-76-2	13.100 (1 sem)		966	982	
	2-Ethoxyéthanol	110-80-5		35		170	
	2-Méthoxyéthanol	109-86-4				20	
	2-Propanol	67-63-0		3500			
	Phénol	108-95-2		100		200	
Esters	2-Ethoxyéthyl acétate	111-15-9		150		300	
	Butyl acétate	123-86-4				4800	
Halocarbones	1.4-Dichlorobenzène	106-46-7	1.000 (1 an)	400	60		
	Chlorure de méthylène	75-09-2		200	1,040		
	Tétrachloroéthylène (PCE)	127-18-4	250 (1 an)	17.5	272	250	
	Trichloroéthylène (TCE)	79-01-6	23	300			
Hydrocarbures aliphatiques	Heptane	142-82-5				20800	
	Hexane	110-54-3		3500		700	
	Nonane	111-84-2				21000	
	Octane	111-65-9				14500	
Aromatic Hydrocarbons	Benzène	71-43-2	1.7	30	10		En cours
	1.2-Diméthylbenzène (o-Xylène)	95-47-6	870 (1 an)	350	217	200	
	1.3.5-Triméthylbenzène	108-67-8				1000	
	1.3-Diméthylbenzène (m-Xylène)	108-38-3	870 (1 an)	350	217	200	
	1.4-Diméthylbenzène (p-Xylène)	106-42-3	870 (1 an)	350	217	200	
	Ethylbenzène	100-41-4	2.2000 (1 an)	1000	1.300	1000	
	Naphtalène	91-20-3	10 (1 an)	4.5	4	10	v
	Toluène	108-88-3	260 (1 sem.)	150	302	300	2300
HAP	Benzo[a]pyrène	50-32-8	0.12				

Classe COV, Composé et N° CAS			Valeurs lignes directrices QAI, µg/m ³				
Classe	Composé	CAS	OMS (moyenne)	Calif 01350 (OEHHA, Calif.)	ATSDR MRL (chronique c)	ANSES (ex-AFSSET) (France)	Santé Canada Lignes direct.
terpènes	alpha-pinène	80-56-8				450	

Notes:

- ATSDR = Agency for Toxic Substances & Disease Registry
- OEHHA = Office of Environmental Health Hazard Assessment, California EPA
- MRL = Niveaux de risques minimum (exposition ≥ 365 jours)
- ANSES (Ex-AFSSET) = L'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (France)
- HAP = Hydrocarbures aromatiques polycycliques
- OMS = Valeurs guides de l'OMS pour la qualité de l'air intérieur : le cas de plusieurs polluants (OMS 2010)
- Calif 01350 = *Standard Method for the Testing and Evaluation of Volatile Organic Chemical Emissions from Indoor Sources using Environmental Chambers*. Version 1.1 (2010) (Emission testing method for California Specification 01350), California Department of Public Health.
 - o La valeur 01350 pour le formaldéhyde baisse à 9 µg/m³ après le 1er janvier 2012
- Les valeurs-guides pour le *benzène* et le *naphtalène* sont à l'étude et seront bientôt publiées

Note: Les valeurs-guides pour le *benzène* et le *naphtalène* sont à l'étude et seront bientôt publiées.

10.6 *Elaboration de futures méthodes d'essai pour les VRC/VRÉ*

Cette méthode d'essai s'applique aux émissions de COV et de composés carbonylés à partir des systèmes VRC/VRÉ et de leurs composants, à la formation d'ozone et à la filtration des matières particulaires dans l'air extérieur et celui de reprise. Dans le futur, cette méthode d'essai pourrait être élargie pour couvrir des aspects supplémentaires de la performance des systèmes VRC/VRÉ, comme :

- Fonctionnement des capteurs QAI : Pour évaluer la sensibilité, la précision/exactitude, le calibrage et l'entretien de tout « capteur QAI » encouragé à être utilisé avec les systèmes VRC/VRÉ.
- Fonctionnement des capteurs de contrôle d'humidité : Pour évaluer la précision/exactitude, le calibrage et l'entretien des capteurs HR, installés comme options (afin de contrôler l'humidité relative intérieure).
- Performance du système pour la filtration des gaz : Pour évaluer l'efficacité de suppression et la maintenance associée à tout système de filtration des systèmes VRC/VRÉ pour des contaminants spécifiques extérieurs (ozone, monoxyde de carbone notamment) (conforme à toutes les exigences nouvelles du Code national du bâtiment du Canada en matière de qualité de ventilation – voir Section 10.2). Cela peut comprendre l'utilisation de filtres à charbon actif dans les systèmes VRC/VRÉ où les essais peuvent comprendre des scénarios avec « pires conditions » comme température et humidité extérieure élevées. L'efficacité de tout système de filtration d'ozone faisant partie du système VRC/VRÉ peut également être évaluée en introduisant de l'ozone dans le conduit d'air extérieur puis en contrôlant les niveaux d'air extérieurs et fournis correspondants.

- Efficacité contrôle du radon – Equilibrage flux et pression : Pour évaluer l'entretien du système et la facilité d'ajustement afin de répondre aux allégations de réduction de concentration de radon dans le fonctionnement d'un système VRC/VRÉ équilibré.
- Transfert air extérieur/air d'évacuation : Pour déterminer le potentiel de réintroduction de l'air d'évacuation en conditions estivales ou hivernales. Cet essai devrait considérer la réintroduction non seulement par prise/évacuation du VRC/VRÉ mais aussi par les sources locales de contaminants dans l'environnement proche.
- Potentiel contamination croisée d'un noyau VRÉ : Pour déterminer le taux de transfert des composés chimiques (y compris composés polaires comme le formaldéhyde) à travers le noyau VRÉ (ex. EATR composé spécifique).
- Performance à long terme : Pour évaluer la performance des systèmes VRC/VRÉ après un fonctionnement simulé sur un long terme.