



Gouvernement
du Canada

Government
of Canada

Office des normes
générales du Canada

Canadian General
Standards Board

CAN/CGSB-149.10-2024

Remplace CAN/CGSB-149.10-2019



Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur

Office des normes générales du Canada 

CCN  SCC

Canada 

Expérience et excellence
Experience and excellence

ONGC
CGSB

Énoncé de l'Office des normes générales du Canada

La présente norme a été élaborée sous les auspices de l'OFFICE DES NORMES GÉNÉRALES DU CANADA (ONGC), qui est un organisme relevant de Services publics et Approvisionnement Canada. L'ONGC participe à la production de normes facultatives dans une gamme étendue de domaines, par l'entremise de ses comités des normes qui se prononcent par consensus. Les comités des normes sont composés de représentants des groupes intéressés, notamment les producteurs, les consommateurs et autres utilisateurs, les détaillants, les gouvernements, les institutions d'enseignement, les associations techniques, professionnelles et commerciales ainsi que les organismes de recherche et d'essai. Chaque norme est élaborée avec l'accord de tous les représentants.

Le Conseil canadien des normes a conféré à l'ONGC le titre d'organisme d'élaboration de normes national. En conséquence, les normes que l'Office élabore et soumet à titre de Normes nationales du Canada se conforment aux exigences et lignes directrices établies à cette fin par le Conseil canadien des normes. Outre la publication de normes nationales, l'ONGC rédige également d'autres documents normatifs qui répondent à des besoins particuliers, à la demande de plusieurs organismes tant du secteur privé que du secteur public. Les normes de l'ONGC et les normes nationales de l'ONGC sont élaborées conformément aux politiques énoncées dans le Manuel des politiques et des procédures pour l'élaboration et le maintien des normes de l'ONGC.

Étant donné l'évolution technique, les normes de l'ONGC font l'objet de révisions périodiques. L'ONGC entreprendra le réexamen de la présente norme et la publiera dans un délai qui n'excédera pas cinq ans suivant la date de publication. Toutes les suggestions susceptibles d'en améliorer la teneur sont accueillies avec grand intérêt et portées à l'attention des comités des normes concernés. Les changements apportés aux normes peuvent faire l'objet de modificatifs ou être incorporés dans les nouvelles éditions des normes.

Une liste à jour des normes de l'ONGC comprenant des renseignements sur les normes récentes et les derniers modificatifs parus, figure au Catalogue de l'ONGC disponible sur le site Web suivant www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ongc-cgsb/index-fra.html, ainsi que des renseignements supplémentaires sur les produits et les services de l'ONGC.

Même si l'objet de la présente norme précise l'application première que l'on peut en faire, il faut cependant remarquer qu'il incombe à l'utilisateur, au tout premier chef, de décider si la norme peut servir aux fins qu'il envisage.

La mise à l'essai et l'évaluation d'un produit ou service en regard de la présente norme peuvent nécessiter l'emploi de matériaux et/ou d'équipement susceptibles d'être dangereux. Le présent document n'entend pas traiter de tous les aspects liés à la sécurité de son utilisation. Il appartient à l'utilisateur de la norme de se renseigner auprès des autorités compétentes et d'adopter des pratiques de santé et de sécurité conformes aux règlements applicables avant de l'utiliser. L'ONGC n'assume ni n'accepte aucune responsabilité pour les blessures ou les dommages qui pourraient survenir pendant les essais, peu importe l'endroit où ceux-ci sont effectués.

Il faut noter qu'il est possible que certains éléments de la présente norme soient assujettis à des droits conférés à un brevet. L'ONGC ne peut être tenu responsable de nommer un ou tous les droits conférés à un brevet. Les utilisateurs de la norme sont informés de façon personnelle qu'il leur revient entièrement de déterminer la validité des droits conférés à un brevet.

À des fins d'application, les normes sont considérées comme étant publiées la dernière journée du mois de leur date de publication.

Communiquez avec l'Office des normes générales du Canada

Pour de plus amples renseignements sur l'ONGC, ses services et ses normes ou pour obtenir des publications de l'ONGC, veuillez nous contacter :

- sur le Web — <http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ongc-cgsb/index-fra.html>
- par courriel — ncr.cgsb-ongc@tpsgc-pwgsc.gc.ca
- par téléphone — 1-800-665-2472
- par la poste — Office des normes générales du Canada
140, rue O'Connor, Tour Est
Ottawa (Ontario) Canada K1A 0S5

Énoncé du Conseil canadien des normes

Une Norme nationale du Canada est une norme qui a été élaborée par un organisme d'élaboration de normes (OEN) titulaire de l'accréditation du Conseil canadien des normes (CCN) conformément aux exigences et lignes directrices du CCN. On trouvera des renseignements supplémentaires sur les Normes nationales du Canada à l'adresse : www.ccn.ca.

Le CCN est une société d'État qui fait partie du portefeuille d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE). Dans le but d'améliorer la compétitivité économique du Canada et le bien-être collectif de la population canadienne, l'organisme dirige et facilite l'élaboration et l'utilisation des normes nationales et internationales. Le CCN coordonne aussi la participation du Canada à l'élaboration des normes et définit des stratégies pour promouvoir les efforts de normalisation canadiens.

En outre, il fournit des services d'accréditation à différents clients, parmi lesquels des organismes de certification de produits, des laboratoires d'essais et des organismes d'élaboration de normes. On trouvera la liste des programmes du CCN et des organismes titulaires de son accréditation à l'adresse : www.ccn.ca.

Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur

THIS NATIONAL STANDARD OF CANADA IS AVAILABLE IN BOTH
FRENCH AND ENGLISH.

ICS 91.120.10

Publiée en juin 2024 par
l'Office des normes générales du Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0S5

© SA MAJESTÉ LE ROI DU CHEF DU CANADA,
représenté par le ministre de Services publics et Approvisionnement Canada,
ministre responsable de l'Office des normes générales du Canada (2024).

Office des normes générales du Canada**Comité des essais portant sur l'étanchéité et les fuites d'air des bâtiments****(Membres votants à la date de scrutin)****Président**

John Harris DSG Building Diagnostics (Intérêt général)

Catégorie intérêt général

Laverne Dalglish Building Professional Quality Institute
Salvatore Ciarlo Owens Corning Canada

Catégorie producteur

Janette Hooper Retrotec

Catégorie organisme de réglementation

Adam Willis Conseil national de recherches du Canada - Centre de recherche en construction
Ekaterina Bellehumeur Ressources naturelles Canada – Office de l'efficacité énergétique

Catégorie utilisateur

John Godden Canadian Residential Energy Services Network
Mark Rosen Building Knowledge Canada Inc.
Niels Anthonen Enerlytics Building Performance Ltd.

Gestionnaire du comité (non votant)

Mark Schuessler Office des normes générales du Canada

La traduction de la présente Norme nationale du Canada a été effectuée par le gouvernement du Canada.

Préface

La présente Norme nationale du Canada CAN/CGSB-149.10-2024 remplace l'édition de 2019. Elle a été annoncée à l'origine comme une confirmation, mais des modifications techniques et rédactionnelles mineures ont été apportées pour en faire une nouvelle édition. L'objet et le contenu n'ont pas changé. La présente norme est utilisée dans le cadre d'un programme de vérification de la conformité.

Changements depuis la dernière édition

- Certaines utilisations du terme « pression » ont été clarifiées et remplacées par « différence de pression ».
- Uniformisation du format des symboles *RAH50*, *TFN50*, *SFE10*, *SFN10* et *Q50* afin de ne pas utiliser d'indices.
- Correction d'une erreur typographique en B.1.3.

Les définitions suivantes s'appliquent lorsqu'il s'agit de comprendre comment mettre en œuvre une Norme nationale du Canada :

- « doit » indique une **exigence obligatoire**;
- « devrait » exprime une **recommandation**;
- « peut » exprime une **permission**, une **possibilité**, ou une **option**, par exemple, qu'un organisme peut faire quelque chose.

Les notes accompagnant les articles ne renferment aucune exigence ni recommandation. Elles servent à séparer du texte les explications ou les renseignements qui ne font pas proprement partie du corps de la norme. Les annexes sont désignées comme normative (obligatoire) ou informative (non obligatoire) pour en préciser l'application.

Table des matières		Page
1	Objet et domaine d'application	1
2	Principe	3
3	Références normatives	3
4	Terminologie et symboles	3
5	Système de ventilateur d'essai	7
6	Essais	8
7	Calculs	16
8	Rapport d'essai	21
Annexe A (normative) Corrections du débit d'air		23
Annexe B (normative) Détermination de la qualité des données d'essai multipoint		28
Annexe C (normative) Essai d'étanchéité à l'air multizone		32
Annexe D (informative) Exemple de rapport d'essai		39
Annexe E (informative) Guide pratique pour réduire au minimum les erreurs dans les résultats d'essai		41
Annexe F (informative) Options pour amortir la pression du vent		46
Annexe G (informative) Vérification de l'étalonnage du système		48
Annexe H (informative) Métadonnées de la norme		53
Bibliographie		55

Figures

Figure 1 – Dégagements pour le système de ventilateur d'essai	15
Figure 2 – Disposition générale du système de ventilateur d'essai	15
Figure 3 – Montages pour les essais avec un ventilateur d'essai et deux zones	33
Figure 4 – Montage pour l'essai avec un ventilateur et trois zones	36
Figure 5 – Montage pour l'essai avec deux ventilateurs et trois zones	38
Figure 6 – Courbe linéaire des données	40
Figure 7 – Courbe logarithmique des données	40

Tableaux

Tableau 1 – Options de montage	2
Tableau 2 – Symboles	5
Tableau 3 – Préparation de l'enveloppe du bâtiment	13
Tableau 4 – Exemple de liste de vérification pour la préparation de l'équipement	45

Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur

1 Objet et domaine d'application

1.1 Objet

Il s'agit d'une méthode d'essai normalisée (MEN) permettant de déterminer l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment. La présente norme contient trois méthodes d'essai, deux types d'évaluation et, pour les zones contiguës, deux conditions de pression aux frontières des cloisons communes. Les différentes méthodes d'essai sont l'essai multipoint, l'essai à deux points et l'essai à un seul point. Les évaluations s'effectuent en condition normale ou avec les ouvertures intentionnelles scellées. Les conditions de pression aux frontières des cloisons communes sont équilibrées ou non.

Chaque essai peut être utilisé pour déterminer les caractéristiques d'étanchéité à l'air, y compris les sources combinées de fuites dans l'enveloppe du bâtiment. Il incombe à l'utilisateur de préciser quel essai est requis et les résultats attendus, en mentionnant le code, la norme ou le programme de référence.

Ces essais ne visent pas à déterminer les fuites d'air réelles qui se produisent à travers l'enveloppe du bâtiment soumis aux influences naturelles du vent et de la pression aérostatique, ou en conséquence des différences de pression créées par le fonctionnement des systèmes mécaniques.

Unités de mesure – Dans la présente norme, les valeurs et les dimensions sont exprimées en unités internationales (SI).

1.2 Applicabilité

Les présentes méthodes d'essai s'appliquent à des bâtiments ou à des parties de bâtiments pouvant être mis à l'essai comme une seule zone (p. ex. maisons individuelles, maisons en rangée, appartements avec systèmes de chauffage et de ventilation indépendants et bâtiments commerciaux). Ces bâtiments sont habituellement limités à trois étages au-dessus du sol.

1.3 Choix d'une méthode d'essai normalisée

Pour choisir une méthode d'essai, il faut tenir compte des facteurs suivants : le temps qui devra y être consacré et, par conséquent, les coûts pour l'utilisateur sur le terrain, la répétabilité et l'exactitude des résultats et la mesure des descripteurs d'étanchéité requis par rapport aux différences de pression auxquelles l'essai est mené.

L'analyse de l'incertitude n'est possible qu'avec la méthode d'essai multipoint et l'extrapolation des résultats à différentes pressions avec la méthode d'essai à un seul point n'est possible qu'avec l'utilisation d'une valeur n hypothétique.

Le choix du type d'évaluation dépend de la facilité à mener l'essai, de la sécurité et des éléments de l'enveloppe du bâtiment qui doivent être évalués.

La condition de pression aux frontières des cloisons communes est choisie en fonction de la facilité à mener l'essai et de la disponibilité de plusieurs systèmes d'essai avec ventilateur, de l'accès aux zones adjacentes et de l'importance des fuites d'air à travers les cloisons communes des zones adjacentes.

Sauf indication contraire, lorsqu'un code, une norme ou un programme renvoie à la norme CAN/CGSB-149.10, on présume qu'il s'agit d'un essai de dépressurisation effectué à l'aide de la méthode d'essai multipoint et d'un type d'évaluation en condition normale selon la condition de pression aux frontières des cloisons communes non équilibrée.

Les choix possibles sont résumés au tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 – Options de montage

Type d'évaluation	Condition de pression aux frontières des cloisons communes	Méthode d'essai
Condition normale	Non équilibrée	<ul style="list-style-type: none"> • Multipoint • À deux points • À un seul point
	Équilibrée	<ul style="list-style-type: none"> • Multipoint • À deux points • À un seul point
Ouvertures intentionnelles scellées	Non équilibrée	<ul style="list-style-type: none"> • Multipoint • À deux points • À un seul point
	Équilibrée	<ul style="list-style-type: none"> • Multipoint • À deux points • À un seul point

Sauf indication contraire dans le code, la norme ou le programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10, on présume également que les mesures du bâtiment ont été prises sur les surfaces intérieures et que la pression de référence pour les résultats est de 50 Pa pour le débit et de 10 Pa pour la surface de fuite.

1.4 Fuites de gaz de combustion

La présente norme ne prédit pas le risque qu'il se produise des fuites de gaz de combustion. On conseille aux usagers de consulter des normes rédigées particulièrement à cette fin.

1.5 Incertitude liée à la vitesse du vent

La présente norme s'applique à de petites différences de température entre l'intérieur et l'extérieur et à des conditions de faible vent. L'incertitude des résultats d'essai augmente avec la force du vent et l'accroissement des différences de température. L'annexe F contient des recommandations pour atténuer les effets du vent.

1.6 Sécurité

La mise à l'essai et l'évaluation d'un produit selon la présente norme peuvent nécessiter l'emploi de matériaux ou d'équipement susceptibles d'être dangereux. La présente norme n'entend pas traiter de tous les aspects liés à la sécurité de son utilisation. Il appartient à l'utilisateur de la présente norme de se renseigner auprès des autorités compétentes et d'adopter des pratiques de santé et de sécurité conformes aux règlements applicables avant de l'utiliser.

2 Principe

2.1 Utilisation d'un ventilateur d'essai

Un ventilateur (ou un ensemble de ventilateurs) est utilisé pour extraire l'air du bâtiment (ou pour y acheminer de l'air) avec un débit suffisant pour maintenir la différence de pression spécifiée de part et d'autre de l'enveloppe. Le but est de soumettre toute l'enveloppe du bâtiment à une pression d'air homogène et appliquée de façon régulière. Les débits sont corrigés en fonction de la température et de la pression de référence. La relation qui existe entre le débit et la différence de pression est utilisée pour calculer la surface de fuite équivalente de l'enveloppe du bâtiment.

2.2 Direction d'essai

L'essai effectué peut être un essai de dépressurisation ou un essai de pressurisation, les deux méthodes pouvant donner un aperçu du comportement de certains composants, comme les registres et les coupe-bise, qui se comportent différemment selon qu'ils sont soumis à une pression positive ou négative. Le code, la norme ou le programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10 peut spécifier s'il faut effectuer un essai de dépressurisation, un essai de pressurisation ou les deux essais. La présente norme a été rédigée en supposant qu'un essai de dépressurisation est effectué.

3 Références normatives

Les documents normatifs suivants renferment des dispositions qui, par renvoi au présent document, constituent des dispositions de la présente Norme nationale du Canada. Les documents cités en référence peuvent être obtenus auprès des sources mentionnées ci-dessous.

Note : Les coordonnées indiquées ci-dessous étaient valides à la date de publication de la présente norme.

Tout renvoi à un règlement s'entend de l'édition la plus récente.

Sauf indication contraire de l'autorité appliquant la présente norme, toute référence non datée s'entend de l'édition ou de la révision la plus récente de la référence ou du document en question. Une référence datée s'entend de la révision ou de l'édition précisée de la référence ou du document en question.

3.1 ASTM International

ASTM E1258-88 (2018) — *Standard Test Method for Airflow Calibration of Fan Pressurization Devices*

3.1.1 Coordonnées

La publication susmentionnée peut être obtenue auprès d'ASTM International. Téléphone : 1-877-909-2786. Site Web : <https://www.astm.org>. Elle peut aussi être obtenue auprès de Standards Store par Accuris. Téléphone : 1-800-447-2273. Site Web : <https://www.global.ihs.com>.

4 Terminologie et symboles

4.1 Terminologie

Pour les besoins de la présente norme, les termes et les définitions ci-dessous s'appliquent.

enveloppe du bâtiment

partie de la structure conditionnée qui sépare l'espace conditionné de l'espace non conditionné (air, sol ou eau).

essai équilibré

essai effectué avec les zones contiguës pressurisées ou dépressurisées simultanément. Ainsi, les cloisons communes ne sont pas soumises à une différence de pression. L'essai permet donc d'évaluer uniquement les infiltrations d'air externe dans l'enveloppe exposée du bâtiment.

essai non équilibré

essai effectué à l'endroit où les zones contiguës ne sont ni pressurisées ni dépressurisées, mais sont à la pression ambiante. Dans pareil cas, les cloisons communes sont soumises à une différence de pression. L'essai porte donc sur les infiltrations dans la zone d'essai qui proviennent de l'intérieur des zones contiguës et de l'extérieur.

étanchéité à l'air

absence d'ouvertures, prévues ou non, dans l'enveloppe du bâtiment.

pression de référence

pression à laquelle les résultats sont consignés.

renouvellements d'air par heure à 50 Pa (*RAH50*)

rapport entre le débit d'air par heure à une différence de pression de 50 Pa et le volume contenu dans le bâtiment.

superficie exposée de l'enveloppe du bâtiment (*A_e*)

aire exposée de l'enveloppe du bâtiment qui sépare l'espace conditionné de l'espace non conditionné et qui est mesurée à l'intérieur ou à l'extérieur conformément au code, à la norme ou au programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10.

superficie totale de l'enveloppe du bâtiment (*A_t*)

surface exposée de l'enveloppe du bâtiment ainsi que surface des cloisons communes (comme les murs mitoyens entre des habitations contiguës) soumises à une différence de pression pour les besoins de l'essai et mesurées à l'intérieur ou à l'extérieur conformément au code, à la norme ou au programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10.

surface de fuite équivalente (*SEF10*)

aire d'un orifice au contour net qui a le même débit d'air que l'ensemble des ouvertures du bâtiment sous essai lorsque soumis, tout comme les ouvertures, à une différence de pression de 10 Pa¹. On présume que la surface équivaut environ à la somme de toutes les ouvertures de l'enveloppe du bâtiment.

surface de fuite normalisée (*SFN10*)

rapport entre la surface de fuite équivalente et la surface de l'enveloppe du bâtiment.

taux de fuite normalisé (*TFN50*)

rapport entre le débit d'air à 50 Pa et la surface de l'enveloppe du bâtiment.

volume bâti (*V*)

volume du bâtiment, soumis à une différence de pression pour les besoins de l'essai, qui englobe l'espace conditionné et qui est mesuré sur les surfaces intérieures ou extérieures conformément au code, à la norme ou au programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10. Le volume est délimité par la superficie totale de l'enveloppe du bâtiment et comprend le volume des cloisons intérieures et l'espace entre les étages.

zone

partie ou totalité de l'espace conditionné d'un bâtiment qui est suffisamment ouverte à l'endroit où l'équipement d'essai doit être installé pour permettre un débit d'air approprié de manière à ce que la zone entière soit à la même pression.²

¹ La surface de fuite équivalente est similaire à la surface de fuite effective. La surface de fuite effective est définie comme la superficie d'un trou en forme de buse (semblable à l'entrée d'air du ventilateur d'un infiltromètre) dont le débit d'air est le même que l'ensemble des ouvertures du bâtiment sous essai lorsque soumis, tout comme les ouvertures, à une différence de pression de 4 Pa. Il s'agit de la mesure type des fuites dans les normes américaines.

² On considère généralement qu'une variation d'au plus 5 Pa dans l'ensemble de la zone d'essai est acceptable lorsque l'équipement d'essai est réglé à 50 Pa. Habituellement, si les espaces à l'intérieur d'une zone sont reliés par des ouvertures aux dimensions similaires ou supérieures à celles d'une trappe de grenier, le débit d'air est suffisant pour répondre à cette exigence, à condition que la majeure partie du volume de la zone se trouve du côté où se trouve le ventilateur.

4.2 Symboles

Bien que la définition de chaque symbole de grandeur soit habituellement incluse dans le paragraphe où le symbole apparaît, le tableau 2 présente une liste de définitions des grandeurs associées aux symboles utilisés dans le corps de la présente norme.

Tableau 2 – Symboles

Symbole de grandeur	Définition de la grandeur	Unité SI	Symbole d'unité
A_e	Superficie exposée de l'enveloppe du bâtiment	mètre carré	m ²
A_t	Superficie totale de l'enveloppe du bâtiment	mètre carré	m ²
RAH	Renouvellements d'air par heure	1/heure	1/h
$RAH50$	Renouvellements d'air par heure à 50 Pa	1/heure	1/h
C_r	Coefficient de débit de l'équation de la loi de puissance $Q = C_r \Delta P^n$	litre/(seconde·pascal ⁿ)	L/(s·Pa ⁿ)
SFE	Surface de fuite équivalente	centimètre carré	cm ²
NLA	Surface de fuite normalisée	centimètre carré/ mètre carré	cm ² /m ²
TFN	Taux de fuite normalisé	litre/ (seconde·mètre carré)	L/(s·m ²)
n	Exposant de pression de l'équation de la loi de puissance $Q = C_r \Delta P^n$	—	—
P_o	Pression atmosphérique ambiante à l'extérieur du bâtiment	kilopascal	kPa
$\Delta P_{m,s}$	Différence de pression initiale de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment lorsque le ou les ventilateurs ne fonctionnent pas et sont scellés	pascal	Pa
$\Delta P_{m,f}$	Différence de pression finale de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment lorsque le ou les ventilateurs ne fonctionnent pas et sont scellés	pascal	Pa
ΔP_m	Différence de pression mesurée de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment	pascal	Pa
ΔP	Différence de pression corrigée de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment	pascal	Pa
$Q50$	Débit d'air estimé calculé à 50 Pa	litre/seconde	L/s

Symbole de grandeur	Définition de la grandeur	Unité SI	Symbole d'unité
Q_m	Débit d'air indiqué par l'appareil de mesure. Dans le cas des ventilateurs d'essai commerciaux actuellement offerts sur le marché, il ne s'agit pas du débit volumétrique réel.	litre/seconde	L/s
Q_i	Débit volumétrique réel de l'air traversant le ventilateur d'essai. Dans le cas des ventilateurs actuellement offerts sur le marché, le débit volumétrique réel est calculé en modifiant Q_m en fonction de la masse volumique réelle de l'air traversant le ventilateur d'essai.	litre/seconde	L/s
Q_r	Débit d'air traversant l'enveloppe du bâtiment qui est corrigé aux conditions standards	litre/seconde	L/s
\hat{Q}_i	Débit calculé selon la courbe corrélée suivant la loi de puissance, à une pression de P_i . Ce débit est calculé pour chaque pression corrigée du bâtiment et comparé aux débits corrigés (Q_r)	litre/seconde	L/s
r	Coefficient de corrélation des données corrigées (comme il est spécifié à l'annexe B)	—	—
R	Constante de gaz pour l'air [0,287055 kJ/(kg·K)]	kilojoule/kilogramme Kelvin	kJ/(kg·K)
T_i	Température de l'air à l'entrée du ventilateur d'essai	degré Celsius	°C
T_o	Température de l'air extérieur	degré Celsius	°C
T_r	Température de référence de l'air ambiant extérieur (20 °C)	degré Celsius	°C
V	Volume de l'enveloppe du bâtiment	mètre cube	m ³
ρ_r	Masse volumique de l'air aux conditions de référence (1,204 kg/m ³)	kilogramme/mètre cube	kg/m ³
ε_p	Écart-type relatif du \hat{Q} à la pression P	—	—
ε_{Q_i}	Écart-type relatif du débit estimé à chaque ΔP mesurée	—	—

5 Système de ventilateur d'essai

Le système comprend : un ou plusieurs ventilateurs (infiltromètres), des appareils de mesure de la pression et de la température, des dispositifs d'étanchéité et du matériel auxiliaire comme des tubes.

5.1 Ventilateur d'essai

Le ventilateur d'essai doit être doté des caractéristiques suivantes.

5.1.1 Capacité de débit d'air

Le ventilateur d'essai doit avoir un débit d'air maximal suffisant pour produire les différences de pression nécessaires pour le type d'essai qui doit être effectué et le bâtiment qui est évalué.³

5.1.2 Dispositif de régulation

Le ventilateur d'essai doit être doté d'un dispositif de régulation du débit.

5.1.3 Étalonnage

Le ventilateur d'essai doit être étalonné en utilisant une unité de mesure qui exprime le débit. Voir 5.5.

5.1.4 Exactitude de la mesure du débit d'air

L'exactitude de la mesure du débit d'air doit être de $\pm 5\%$ sur toute la plage des valeurs.

5.2 Appareil de mesure de la pression

L'appareil de mesure de la pression doit pouvoir mesurer, de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment, les différences de pression qui se trouvent à l'intérieur de la plage requise pour l'essai effectué, plage qui s'étend habituellement de 0 à 60 Pa. L'appareil de mesure de la pression doit avoir une précision de ± 1 Pa ou 1 % de l'indication, la valeur la plus élevée étant retenue, et ne doit être utilisé qu'à l'intérieur de sa plage d'étalonnage.

Les appareils et les techniques d'égalisation de pression et d'amortissement décrites à l'annexe F peuvent être utilisés pour atténuer les fluctuations et les écarts causés par le vent et la température.

5.3 Thermomètre

Un thermomètre d'une précision de ± 1 °C doit être utilisé pour mesurer la température en degrés Celsius.

5.4 Dispositifs d'étanchéité

Les dispositifs d'étanchéité, comme les cadres et les bâches de porte ajustables, doivent être utilisés pour installer de façon étanche le ventilateur d'essai dans une fenêtre ou une ouverture de porte.

³ Le débit d'air nécessaire varie en fonction de la surface de fuite dont la taille et la quantité d'air qui s'en échappe diffèrent généralement beaucoup d'un bâtiment à l'autre. Un débit de 200 L/s est habituellement nécessaire pour une maison individuelle neuve située dans une région au climat froid. Par contre, un débit dix fois plus élevé peut être nécessaire pour les maisons individuelles plus anciennes. La plupart des infiltromètres peuvent produire un débit supérieur à 2500 L/s.

5.5 Étalonnage de l'équipement

5.5.1 Étalonnage initial

L'appareil de mesure de la pression doit initialement être étalonné par le fabricant. Le ventilateur d'essai doit initialement être étalonné ou vérifié par le fabricant. L'étalonnage doit être vérifié conformément aux instructions du fabricant lorsqu'un composant important est remplacé, endommagé ou réparé.

5.5.2 Étalonnage du système de ventilateur d'essai

Dans les situations où l'article 5.5.1 l'exige, le ventilateur d'essai doit être étalonné de nouveau conformément aux instructions du fabricant ou à la norme ASTM E1258-88. Le ventilateur doit être entretenu conformément aux instructions du fabricant.

5.5.3 Étalonnage de l'appareil de mesure de la pression

L'appareil de mesure de la pression doit en tout temps être muni d'une étiquette ou être accompagné d'un rapport indiquant le numéro de série, la date du dernier étalonnage et toute correction requise des mesures indiquées. La fréquence d'étalonnage doit être conforme aux recommandations du fabricant.

5.5.4 Vérification de l'étalonnage du système

Pour déterminer l'importance des erreurs du système ou la nécessité d'étalonner celui-ci, on peut soumettre périodiquement l'ensemble du système à des essais conformément à l'annexe G.

6 Essais

6.1 Méthodes préparatoires

Les objectifs précisés dans le code, la norme ou le programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10 sont importants pour le choix de la méthode d'essai, du type d'évaluation et de la condition de pression aux frontières des cloisons communes.

Par exemple, lorsque l'objectif de l'essai d'étanchéité à l'air est de démontrer que l'enveloppe d'un bâtiment est plus étanche à l'air après le scellage d'ouvertures non prévues, il faut effectuer les mêmes essais avant et après le scellage, tels que décrits, selon la même méthode d'essai, le même type d'évaluation et la même condition de pression aux frontières des cloisons communes.

6.1.1 Température extérieure

La température de l'air extérieur doit être mesurée et consignée au début de l'essai ou tout au long de l'essai pour obtenir une moyenne. Il est également possible d'utiliser les données d'une station météorologique locale située dans un rayon de 20 km du bâtiment soumis à l'essai si la différence d'altitude mesurée n'est pas supérieure à 500 m.

6.1.2 Pièces incluses

L'essai doit inclure toutes les pièces chauffées à plus de 10 °C, à l'exception des pièces équipées d'un système de ventilation distinct qui doivent toujours demeurer fermées et qui sont donc coupées de la zone soumise à l'essai (p. ex. un local technique avec un système distinct d'alimentation en air d'appoint ne serait pas inclus).

6.1.3 Appareils de combustion et autres appareils de chauffage, de ventilation et de conditionnement de l'air (CVCA)

Tous les appareils de combustion à aspiration et les ventilateurs, sècheuses et climatiseurs qui acheminent de l'air au travers de l'enveloppe du bâtiment doivent être éteints, conformément au tableau 3. Les veilleuses des appareils de combustion peuvent être laissées allumées⁴.

6.1.4 Type d'évaluation

Le bâtiment doit être préparé pour une évaluation en condition normale ou avec ouvertures intentionnelles scellées conformément au tableau 3.

6.1.4.1 Évaluation avec ouvertures intentionnelles scellées

Ce type d'évaluation sert uniquement à vérifier l'étanchéité à l'air des ouvertures non prévues de l'enveloppe du bâtiment. Les ouvertures prévues comme les conduits d'air et les bouches de ventilation sont scellées et sont donc exclues de l'essai.

6.1.4.2 Évaluation en condition normale

Ce type d'évaluation indique l'étanchéité à l'air des ouvertures prévues et non prévues de l'enveloppe du bâtiment dans des conditions normales d'occupation.

6.1.5 Foyers et cheminées

Il faut retirer les cendres des foyers sans porte ou les couvrir. Il faut également vérifier les cheminées et les carnaux pour s'assurer qu'il n'y a pas trop de suie. Ne pas effectuer l'essai s'il est probable que de la suie pénètre dans le bâtiment.

6.1.6 Altitude

L'altitude au-dessus du niveau de la mer du bâtiment doit être consignée au 100 m près si elle est nécessaire pour les corrections de débit à l'annexe A.

6.1.7 Installation du système de ventilateur d'essai

6.1.7.1 Lire, comprendre et suivre les instructions de manuel du fabricant.

6.1.7.2 Pour un essai de dépressurisation, placer le ventilateur d'essai de manière à ce que l'air soit évacué du bâtiment. Pour un essai de pressurisation, placer le ventilateur d'essai de manière à ce que de l'air soit acheminé dans le bâtiment.

6.1.7.3 Afin d'éliminer tout risque de perturbation de l'air entrant dans le ventilateur d'essai, s'assurer qu'aucun obstacle n'est placé devant la porte et que tout obstacle situé devant le ventilateur d'essai se trouve à une distance minimale équivalant aux trois quarts du diamètre du ventilateur, conformément à la figure 1. Le corps de la personne qui effectue l'essai doit également être considéré comme un obstacle potentiel. Par conséquent, la personne doit demeurer à l'extérieur de la zone de dégagement pendant l'essai. La figure 2 montre la disposition générale du système d'infiltrométrie pendant l'essai.

6.1.7.4 Brancher le tube provenant de l'extérieur et le tube du ventilateur d'essai à l'appareil de mesure de la pression.

⁴ Lorsqu'on effectue un essai non équilibré dans une zone d'un bâtiment multizone, des précautions doivent être prises pour s'assurer que les appareils de combustion et de CVCA se trouvant dans les zones contiguës fonctionnent de façon sûre. Il faut soit éteindre les appareils, soit ouvrir une fenêtre ou une porte dans les zones contiguës pour réduire au minimum le risque de refoulement d'air.

6.1.7.5 Protéger les prises de pression intérieure et extérieure de l'effet du ventilateur d'essai en plaçant les extrémités à l'écart de toute turbulence. Éviter de les exposer au soleil. Voir l'annexe F pour plus de précisions sur la façon de placer les tubes.

6.1.7.6 Sceller les ouvertures du ventilateur d'essai.

6.1.7.7 Après avoir installé le système de ventilateur d'essai, vérifier l'installation comme suit :

- a) effectuer une inspection visuelle pour déceler divers défauts physiques;
- b) effectuer une inspection visuelle pour s'assurer que l'installation est conforme aux instructions du fabricant;
- c) effectuer une inspection visuelle du dispositif d'étanchéité pour s'assurer qu'il est bien ajusté à l'ouverture de la porte ou de la fenêtre;
- d) s'assurer que le tube de mesure de pression n'est pas coincé ni obstrué.

6.1.8 Condition de pression aux frontières des cloisons communes

Consigner le type d'essai, soit équilibré ou non équilibré.

Si un essai équilibré est effectué, installer un système de ventilateur d'essai dans chaque zone contiguë à la zone soumise à l'essai. Utiliser les systèmes de ventilateurs d'essai pour s'assurer que la différence de pression entre les zones contiguës et la zone soumise à l'essai est aussi près que possible de zéro, à savoir 3 Pa ou moins. La préparation des zones contiguës conformément au tableau 3 aidera à atteindre les pressions requises.

Si un essai non équilibré est effectué, les zones contiguës doivent être ouvertes sur l'extérieur pour que leur pression soit la même que celle de l'extérieur.

6.2 Méthodes d'essai

Les présentes méthodes doivent être appliquées au moyen d'un système automatisé ou manuellement. Les données recueillies par un système automatisé sont acceptables. Les données recueillies manuellement devraient être consignées conformément aux exigences de la section 8.

Les présentes méthodes ont été rédigées en supposant que la superficie totale de l'enveloppe du bâtiment et le volume bâti constituent une seule zone et que rien ne sépare le ventilateur d'essai d'une partie quelconque du volume bâti. Toutefois, certains immeubles d'habitation peuvent comporter un accès extérieur aux logements plutôt qu'un corridor commun. Si l'objectif de l'essai est d'évaluer la superficie totale de l'enveloppe du bâtiment et non seulement un appartement (voir 6.1.8 pour une explication de la différence entre un essai équilibré et un essai non équilibré), alors un essai multizone conforme à l'annexe C doit être effectué. Les méthodes d'essai décrites ci-dessous continuent de s'appliquer, mais l'installation et les calculs diffèrent.

6.2.1 Égalisation sur une période donnée

Toutes les mesures de pression, y compris celles des pressions initiale et finale à débit nul, doivent être soumises à une égalisation sur une période d'au moins 10 secondes. Si des résultats acceptables ne peuvent être obtenus comme l'indiquent les données de vérification en 7.5.2 ou la variation des différences de pression, prolonger la période d'égalisation et envisager de mettre en œuvre les stratégies de réduction des effets du vent présentées à l'annexe F.

6.2.2 Mesures du débit

Le débit doit être déterminé en convertissant les mesures de pression du ventilateur d'essai en débit à l'aide des formules et des coefficients du fabricant du ventilateur. Le débit peut aussi être obtenu directement de l'appareil de mesure de la pression dans lequel sont programmés les formules et les coefficients.

6.2.2.1 Si la différence de pression requise ne peut être obtenue avec un seul ventilateur d'essai, l'essai peut être effectué avec plusieurs ventilateurs. Si tel est le cas, il faut calculer la moyenne des mesures de pression du bâtiment et la somme des débits des ventilateurs d'essai avant de terminer les calculs décrits à la section 7.

6.2.3 Différence de pression à débit nul et température initiales

6.2.3.1 Relever la différence de pression initiale à débit nul de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment, $\Delta P_{m,s}$, et la température de l'air arrivant au ventilateur d'essai, T_i . Les différences de pression visées qui sont spécifiées en 6.2.4, 6.2.5 et 6.2.6 devraient toutes être corrigées en fonction de la pression initiale à débit nul (par exemple si la pression initiale à débit nul est de -1 Pa et la pression visée est de -50 Pa, la première mesure devrait être prise à -51 Pa).

6.2.3.2 Retirer tous les dispositifs d'étanchéité du ventilateur d'essai et régler celui-ci afin d'atteindre la pression maximale voulue. Vérifier à nouveau l'étanchéité et la stabilité du dispositif d'étanchéité à cette étape. Régler le ventilateur d'essai pour obtenir la pression d'essai minimale souhaitée. S'assurer que les mesures du débit aux pressions minimale et maximale se situent dans la plage acceptable pour le ventilateur d'essai.

6.2.4 Méthode pour l'essai multipoint

6.2.4.1 Régler le débit d'air pour produire une différence de pression se situant entre 50 Pa et 60 Pa de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment.

6.2.4.2 Mesurer et consigner le débit d'air, $Q_{m,1}$, et la différence de pression, $\Delta P_{m,1}$. Il est à noter que Q_m est le débit indiqué, mais que pour la plupart des appareils de mesure, il ne s'agit pas du véritable débit volumétrique Q_i (voir l'annexe A). Lorsqu'un logiciel ou un manomètre numérique effectue les réglages, le débit d'air corrigé Q_i peut être enregistré au lieu de Q_m .

6.2.4.3 Répéter les étapes précisées en 6.2.4.2 et prendre au moins cinq mesures additionnelles. La plus petite différence de pression ne doit pas être supérieure à 20 Pa, ni inférieure à 10 Pa. La plus grande différence de pression ne doit pas être supérieure à 60 Pa, ni inférieure à 45 Pa. L'écart entre deux mesures ne doit pas dépasser 10 Pa.

6.2.4.4 Répéter l'essai si les conditions indiquées en 7.5.2 ne sont pas remplies.

6.2.5 Méthode pour l'essai à deux points⁵

6.2.5.1 Régler le débit d'air pour produire une différence de pression de 50 ± 3 Pa de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment. Mesurer et consigner le débit d'air, $Q_{m,1}$, et la différence de pression, $\Delta P_{m,1}$.

6.2.5.2 Régler le débit d'air pour produire une différence de pression de 20 ± 3 Pa de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment. Mesurer et consigner le débit d'air, $Q_{m,2}$, et la différence de pression, $\Delta P_{m,2}$.

⁵ Bien que ces méthodes nécessitent généralement une égalisation sur une période de 10 secondes, il a été démontré que l'essai à deux points offre une exactitude comparable à celle de l'essai multipoint lorsqu'il est effectué avec une égalisation sur une plus longue période (~ 20 s). De même, un essai à un seul point peut nécessiter une égalisation sur une plus longue période pour atteindre l'objectif de l'essai (~ 30 s). L'utilisateur du code, de la norme ou du programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10 devrait envisager d'exiger que les égalisations soient effectuées sur une plus longue période en fonction de l'utilisation prévue des résultats d'essai.

6.2.6 Méthode pour l'essai à un seul point⁵

6.2.6.1 Régler le débit d'air pour produire une différence de pression de 50 ± 3 Pa de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment. Mesurer et consigner le débit d'air, Q_m , et la différence de pression, ΔP_m .

6.2.7 Différence de pression finale à débit nul

Éteindre le ventilateur d'essai. Sceller l'ouverture du ventilateur d'essai et mesurer la différence de pression finale à débit nul, $\Delta P_{m,f}$.

Si la différence entre la différence de pression initiale à débit nul (6.2.3.1) et la différence de pression finale à débit nul est supérieure à 3 Pa alors il faut effectuer l'essai de nouveau après avoir réglé les problèmes.

6.3 Fin de l'essai

6.3.1 Remise du bâtiment aux conditions antérieures à l'essai

Démonter et emballer le système d'essai comme suit :

- a) enlever tous les sceaux appliqués conformément au tableau 3;
- b) rouvrir les registres au besoin;
- c) régler de nouveau les thermostats des générateurs d'air chaud, des chaudières, des poêles et des chauffe-eau;
- d) remettre le bâtiment dans son état normal de fonctionnement, en vérifiant entre autres que les veilleuses des appareils à aspiration de l'air ambiant sont toujours allumées.

Tableau 3 – Préparation de l'enveloppe du bâtiment

Composant du bâtiment	Type d'évaluation de l'enveloppe du bâtiment		Préparation	Fin de l'essai
	Ouvertures intentionnelles scellées	Condition normale		
Conduits de cheminée raccordés au générateur d'air chaud, au chauffe-eau et à la chaudière^a	Sceller	Aucune préparation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conduit de cheminée raccordé au poêle ou au foyer^a : <ul style="list-style-type: none"> • avec registre • sans registre 	Fermer ou sceller Sceller	Fermer Aucune préparation	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Registre de tirage de l'air de combustion sur le foyer ou le poêle à bois	Fermer	Fermer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entrée d'air d'appoint du générateur d'air chaud : <ul style="list-style-type: none"> • avec registre • sans registre 	Sceller Sceller	Fermer Aucune préparation	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Entrée d'air du système de ventilation : <ul style="list-style-type: none"> • avec registre • sans registre 	Sceller Sceller	Fermer Aucune préparation	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Ventilateurs d'alimentation et d'évacuation combinés : <ul style="list-style-type: none"> • conçus pour fonctionnement en continu • conçus pour fonctionnement intermittent 	Sceller Sceller	Mettre hors tension Mettre hors tension	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Climatiseur type fenêtre	Sceller	Mettre hors tension, aucune préparation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Appareil à combustible à aspiration	Mettre hors tension ou baisser le thermostat		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veilleuses des appareils au gaz	Laisser tel quel, vérifier après l'essai		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Foyer : <ul style="list-style-type: none"> • avec portes de foyer • sans portes de foyer 	Ne pas utiliser Fermer Aucune préparation		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Poêle à bois Portes et registres de tirage	Ne pas utiliser Fermer		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Porte du local technique^b fermé	Fermer		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilateurs d'alimentation et d'évacuation	Mettre hors tension		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilateurs pour atténuation du radon	Éteindre		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Composant du bâtiment	Type d'évaluation de l'enveloppe du bâtiment		Préparation	Fin de l'essai
	Ouvertures intentionnelles scellées	Condition normale		
Ventilateurs d'alimentation et d'évacuation et grilles de conduit d'entrée d'air : <ul style="list-style-type: none"> • avec registre motorisé • sans registre motorisé 	Sceller Sceller	Fermer Aucune préparation	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Sécheuse	Éteindre et fermer la porte		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Évent de sécheuse	Aucune préparation (sceller l'évent si la sécheuse n'est pas installée)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Système d'aspirateur central si ventilé vers l'extérieur	Éteindre		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Systèmes de ventilation liés à d'autres zones	Sceller		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fenêtres	Verrouiller		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Portes extérieures	Fermer		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Portes intérieures	Ouvrir		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vide sanitaire avec évènements menant à l'extérieur : <ul style="list-style-type: none"> • avec registres fonctionnels • sans registres fonctionnels 	Fermer Aucune préparation		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Trappe de grenier	Fermer		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trappe de vide sanitaire	Fermer		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drains de sol	Remplir		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Siphon d'appareil sanitaire	Remplir		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chauffe-eau	Mettre hors tension		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fenêtre brisée	Sceller		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

^a Les autorités provinciales ne permettent pas le scellage des conduits raccordés aux générateurs d'air chaud, aux chaudières et aux chauffe-eau à gaz à moins que le scellage soit effectué par le propriétaire ou par un monteur d'installations au gaz certifié.

^b Un local technique fermé est un local qui est construit expressément pour contenir un appareil de combustion comme un générateur d'air chaud ou une chaudière et pour empêcher l'air de sortir et d'entrer. Il est doté d'une entrée d'air de combustion acheminant l'air extérieur aux appareils à combustion.

Figure 1 – Dégagements pour le système de ventilateur d'essai

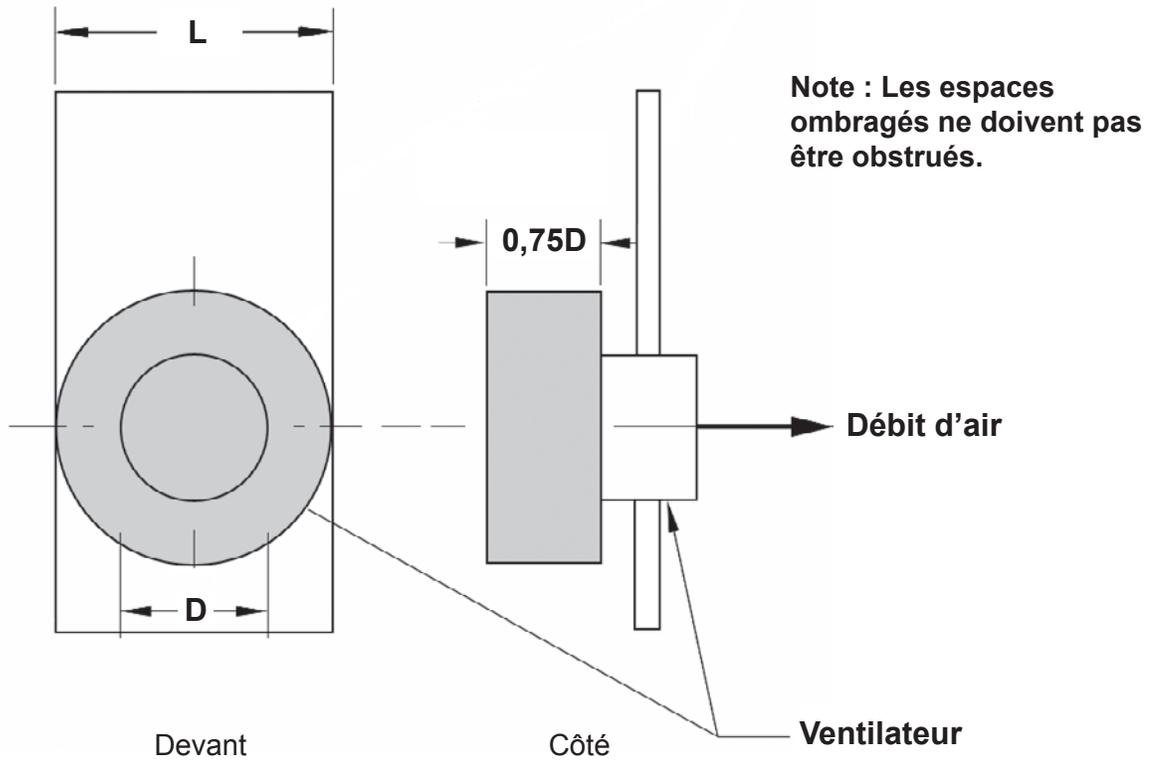
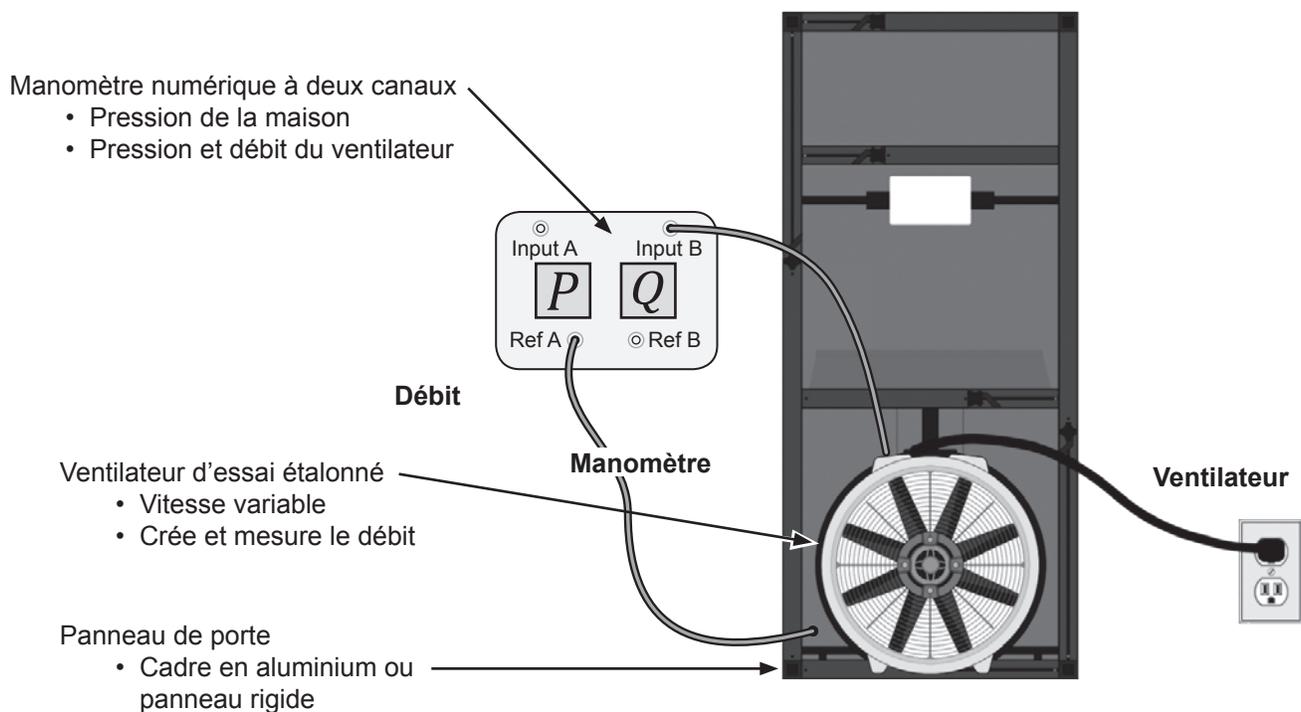


Figure 2 – Disposition générale du système de ventilateur d'essai



7 Calculs

7.1 Détermination de la superficie de l'enveloppe du bâtiment

7.1.1 Superficie de l'enveloppe du bâtiment

Mesurer la surface de l'enveloppe du bâtiment si les résultats de l'essai doivent comprendre la surface de fuite normalisée (SFN) ou le taux de fuite normalisé (TFN).

7.1.2 Dimensions intérieures

Utiliser les dimensions appropriées (intérieures ou extérieures comme il est spécifié dans le code, la norme ou le programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10) pour déterminer la superficie de l'enveloppe du bâtiment. Les mesures linéaires doivent être exactes à $\pm 0,05$ m.⁶

7.1.3 Surfaces incluses

La superficie de l'enveloppe du bâtiment inclut la superficie exposée de l'enveloppe du bâtiment pour les essais équilibrés et la superficie totale de l'enveloppe du bâtiment pour les essais non équilibrés.

La superficie de l'enveloppe du bâtiment doit être la superficie totale de toutes les parties de l'enveloppe, y compris les surfaces au-dessus et en dessous du sol. Parmi les parties de l'enveloppe du bâtiment, on compte les plafonds, les planchers, les murs, les fenêtres et les portes.

Par exemple, un essai équilibré doit comprendre :

- a) les plafonds (plats ou inclinés) sous les greniers et les toits non chauffés;
- b) les planchers au-dessus du sol (p. ex. dalles sur terre-plein et planchers du sous-sol);
- c) les planchers au-dessus de la partie non chauffée des sous-sols, les caves, les vides sanitaires, les chambres froides et les garages;
- d) les planchers exposés au milieu ambiant comme les planchers au-dessus des abris d'auto, des fenêtres en baie ou des surplombs;
- e) les murs extérieurs au-dessus et en dessous du sol et les murs adjacents aux parties non chauffées des sous-sols, des caves, des vides sanitaires, des chambres froides, des porches non chauffés, des garages et des escaliers menant aux entrées du sous-sol.

Un essai non équilibré doit également comprendre les superficies des cloisons communes situées au-dessus et en dessous du sol et entre les zones contiguës, comme les murs mitoyens et les plafonds et les planchers communs.

7.2 Détermination du volume intérieur de l'enveloppe du bâtiment

7.2.1 Volume

Certains codes, normes ou programmes qui renvoient à CAN/CGSB-149.10 peuvent exiger une mesure des fuites d'air qui est exprimée en volume, comme le renouvellement d'air par heure. Si le volume est calculé, inclure le volume total de toutes les pièces et de tous les espaces délimités par l'enveloppe du bâtiment spécifiés en 7.1.3, y compris le volume des cloisons intérieures et l'espace entre les étages.

⁶ Il a été démontré que le calcul des surfaces de l'enveloppe du bâtiment fausse souvent les résultats des essais d'étanchéité à l'air. Il est donc recommandé de dresser une liste de tous les composants de l'enveloppe du bâtiment avant de mesurer et de calculer les surfaces pour éviter les erreurs ou les omissions.

7.3 Correction des mesures de différence de pression

7.3.1 Différence de pression corrigée

Corriger chaque mesure de différence de pression $\Delta P_{m,i}$ au moyen de l'équation suivante :

Équation 1

$$\Delta P_i = \Delta P_{m,i} - \frac{\Delta P_{m,s} + \Delta P_{m,f}}{2}$$

7.4 Correction des mesures de débit d'air

7.4.1 Correction de débit d'air

Corriger chaque mesure de débit d'air en fonction des différences de température et de pression de l'air intérieur et extérieur ainsi que des différences de température et de pression de l'air au moment de l'étalonnage et aux conditions de référence conformément à l'annexe A, et ce, afin d'obtenir Q_r . La correction finale présentée à l'annexe A pour les conditions de référence exige que la valeur n soit déterminée comme il est indiqué en 7.5.1 avant de terminer les corrections de masse volumique. Par conséquent, la correction finale est appliquée à C plutôt qu'à Q .

7.5 Analyse des données de l'essai multipoint

Les données corrigées sont utilisées pour générer les coefficients nécessaires à la formulation d'une loi de puissance de forme $Q = C\Delta P^n$ qui décrit les caractéristiques de fuite d'air de l'enveloppe du bâtiment. Pour ce faire, on utilise la régression linéaire dans le cas d'un essai multipoint, une équation permettant de calculer la pente et le point d'intersection pour l'essai à deux points et une valeur hypothétique n pour l'essai à un seul point. Les mesures d'étanchéité à l'air requises, comme la surface de fuite équivalente, peuvent être déterminées à partir de l'équation de la loi de puissance et des coefficients connexes. Les articles 7.5, 7.6 et 7.7 traitent de l'analyse de chacun de ces trois essais.

7.5.1 Analyse de régression

Appliquer la méthode décrite à l'annexe B⁷ aux données corrigées, ΔP_i et $Q_{r,i}$ pour ajuster une courbe à la forme suivante :

Équation 2

$$Q = C_r \Delta P^n$$

Où

- Q_r est le débit d'air corrigé en L/s;
- C_r est le coefficient de débit en L/(s·Paⁿ);
- ΔP est la différence de pression corrigée de part et d'autre de l'enveloppe du bâtiment en Pa;
- n est l'exposant de pression adimensionnel.

⁷ Les valeurs C_r , Q_i et \hat{Q}_i déterminées conformément à l'annexe B sont celles obtenues dans les conditions de référence de 20 °C et 101,325 kPa.

7.5.2 Vérification des données de l'essai multipoint

En plus des coefficients C_r et n , utiliser les données corrigées pour déterminer les valeurs suivantes conformément à l'annexe B :

- Le coefficient de corrélation r indiquant l'accord entre la courbe et les données.
- L'écart-type relatif εQ_i entre le débit d'air estimé \hat{Q}_i et le débit d'air corrigé $Q_{r,i}$, à chaque différence de pression mesurée et corrigée ΔP_i (optionnel).
- L'écart-type relatif de \hat{Q} à $\Delta P = 10$ Pa, qui est aussi l'écart-type relatif de la SFE_{10} , ε_{10} .

7.5.2.1 Refaire l'essai en entier si l'une des conditions suivantes n'est pas remplie :

- $0,50 \leq n \leq 1,00$;⁸
- $r > 0,99$;
- ε_{10} est inférieure à 0,07.

Note : La présente norme est fondée sur la détermination de la SFE à 10 Pa, par conséquent, l'écart-type relatif est déterminé à 10 Pa (voir l'équation 47). Le code, la norme ou le programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10 devrait indiquer quelle pression de référence est nécessaire lorsqu'on les utilise et préciser également l'écart-type relatif à cette pression (voir l'équation 46).

7.5.3 Calcul de la SFE_{10}

Supposer que la masse volumique de l'air aux conditions de référence de 20 °C et de 101,325 kPa, ρ_r , est égale à 1,204 kg/m³.

Calculer la surface de fuite équivalente au moyen de l'équation suivante :

Équation 3

$$SFE_{10} = 11,57 \sqrt{\rho_r} \cdot C_r \cdot 10^{n-0,5}$$

Où

- SFE_{10} est exprimée en cm²;
- ρ_r est la masse volumique de l'air aux conditions de référence exprimée en kg/m³;
- C_r est le coefficient de débit en L/(s·Paⁿ);
- n est l'exposant de pression conformément à 7.5.1.

⁸ Dans la pratique, la plage de n est beaucoup plus étroite, généralement entre 0,62 et 0,72. La variation due au vent peut parfois entraîner une baisse de valeur pouvant aller jusqu'à 0,48. Les valeurs supérieures à 0,85 sont rares. Le code, la norme ou le programme qui renvoie à CAN/CGSB-149.10 peut choisir d'adopter des valeurs différentes en fonction de l'expérience.

7.6 Analyse des données de l'essai à deux points

7.6.1 Exposant de pression

Déterminer l'exposant de pression au moyen de l'équation suivante :

Équation 4

$$n = \frac{\ln(Q_{r,1}/Q_{r,2})}{\ln(\Delta P_1/\Delta P_2)}$$

Où

- $Q_{r,1}$ est le débit corrigé en L/s à ΔP_1 ;
- ΔP_1 est la différence de pression d'essai corrigée de 50 ± 3 Pa;
- $Q_{r,2}$ est le débit corrigé en L/s à ΔP_2 ;
- ΔP_2 est la différence de pression d'essai corrigée de 20 ± 3 Pa.

7.6.2 Coefficient de débit

Déterminer le coefficient de débit, C_r , au moyen de l'équation suivante :

Équation 5

$$C_r = \frac{Q_{r,1}}{\Delta P_1^n}$$

Où

- $Q_{r,1}$ est le débit corrigé en L/s à ΔP_1 ;
- ΔP_1 est la différence de pression d'essai corrigée de 50 ± 3 Pa;
- n est l'exposant de pression adimensionnel.

7.6.3 Surface de fuite équivalente

Calculer la SFE_{10} au moyen de l'équation 3.

7.7 Analyse de la méthode d'essai à un seul point

7.7.1 Exposant de pression

Une valeur hypothétique n de 0,68 est utilisée pour l'essai à un seul point⁹.

7.7.2 Coefficient de débit

Calculer le coefficient de débit au moyen de l'équation 5 et de la valeur hypothétique n de 0,68.

⁹ On utilise, dans la présente section, une valeur hypothétique n de 0,68 basée sur la valeur par défaut du logiciel de simulation énergétique HOT2000. Cette valeur a d'abord été déterminée en évaluant les 300 premières maisons construites selon la norme R-2000 et a depuis été validée en évaluant 43 000 nouvelles maisons construites entre 2010 et 2018. Aux États-Unis, une valeur de 0,65 est généralement utilisée.

7.7.3 Surface de fuite équivalente

Calculer la surface de fuite équivalente au moyen de la valeur hypothétique n de 0,68 et de l'équation 6.

Équation 6

$$SFE10 = 19,21 \cdot Q_{r,1} / \Delta P_1^{0,68}$$

Où

- $SFE10$ est exprimée en cm^2 ;
- $Q_{r,1}$ est le débit corrigé en L/s à ΔP_1 ,
- ΔP_1 est la différence de pression d'essai corrigée de 50 ± 3 Pa.

7.8 Calcul des valeurs normalisées

Utiliser des valeurs normalisées, calculées conformément à la présente section, lorsque l'objectif de l'essai est de comparer l'étanchéité de l'enveloppe de différents bâtiments.

7.8.1 Débit à 50 Pa

Pour les sections suivantes, le débit à 50 Pa, Q_{50} , est calculé au moyen de l'équation suivante :

Équation 7

$$Q_{50} = C_r 50^n$$

Où

- Q_{50} est exprimé en L/s;
- C_r est le coefficient de débit exprimé en $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{Pa}^n)$;
- n est l'exposant de pression adimensionnel.

7.8.2 Surface de fuite normalisée ($SFN10$)

Pour un essai non équilibré, calculer la $SFN10$ au moyen de l'équation suivante :

Équation 8

$$SFN10 = \frac{SFE10}{A_t}$$

Où

- SFN est exprimée en cm^2/m^2 ;
- SFE est exprimée en cm^2 ;
- A_t est la superficie totale de l'enveloppe du bâtiment exprimée en m^2 .

Pour les essais équilibrés, remplacer A_t par A_e , soit la superficie exposée de l'enveloppe du bâtiment.

7.8.3 Taux de fuite normalisé (*TFN50*)

Pour un essai non équilibré, calculer le *TFN50* au moyen de l'équation suivante :

Équation 9

$$TFN50 = \frac{Q50}{A_t}$$

Où

- *TFN50* est exprimé en L/s·m²,
- *Q50* est exprimé en L/s;
- *A_t* est la superficie totale de l'enveloppe du bâtiment exprimée en m².

Pour les essais équilibrés, remplacer *A_t* par *A_e*, soit la superficie exposée de l'enveloppe du bâtiment.

7.8.4 Renouvellement d'air par heure à 50 Pa (*RAH50*)

Calculer le *RAH50* au moyen de l'équation suivante :

Équation 10

$$RAH50 = \frac{3,6 \cdot Q50}{V}$$

Où

- *RAH50* est exprimé en 1/h;
- *Q50* est exprimé en L/s;
- *V* est le volume bâti exprimé en m³.

8 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comprendre les renseignements suivants :

- a) nom et adresse de la compagnie ou de la personne qui a effectué l'essai;
- b) adresse du bâtiment soumis à l'essai;
- c) date de l'essai et date du rapport;
- d) marque et modèle de l'équipement utilisé;
- e) date d'étalonnage de l'appareil de mesure de la pression (optionnel);
- f) température extérieure;
- g) pression extérieure (optionnel);
- h) températures intérieures initiale et finale;
- i) description de l'enveloppe du bâtiment (optionnel);

- j) superficie de l'enveloppe du bâtiment lorsqu'elle est utilisée dans les calculs;
- k) volume du bâtiment lorsqu'il est utilisé dans les calculs;
- l) type d'essai : multipoint, à deux points ou à un seul point;
- m) type d'évaluation : condition normale ou ouvertures intentionnelles scellées;
- n) condition de pression aux frontières des cloisons communes : non équilibrée ou équilibrée;
- o) essai automatisé effectué ou non;
- p) données de pression et de débit non corrigées;
- q) unités de mesure;
- r) endroit où le système de ventilateur d'essai était installé pour l'essai;
- s) tout écart par rapport à l'essai indiqué.

Les données suivantes doivent être communiquées, si nécessaire, aux fins de l'essai :

- t) Essai multipoint :
 - 1) débit d'air corrigé à chaque différence de pression corrigée;
 - 2) valeurs de C_r et n ;
 - 3) coefficient de corrélation r ;
 - 4) $SFE10$, $RAH50$, $SFN10$ et $TFN50$;
 - 5) écart-type relatif de la $SFE10$ (si la $SFE10$ est communiquée);
 - 6) débit corrigé à 50 Pa ($Q50$);
 - 7) écart-type relatif du débit corrigé à 50 Pa (si le $Q50$ est communiqué).
- u) Essai à deux points :
 - 1) débit d'air corrigé à chaque différence de pression corrigée;
 - 2) valeurs de C_r et n ;
 - 3) $SFE10$, $RAH50$, $SFN10$ et $TFN50$;
 - 4) débit corrigé à 50 Pa ($Q50$).
- v) Essai à un seul point :
 - 1) débit d'air corrigé à la différence de pression corrigée;
 - 2) valeurs de C_r et n (si n n'est pas présumé comme étant 0,68);
 - 3) $SFE10$, $RAH50$, $SFN10$ et $TFN50$;
 - 4) débit corrigé à 50 Pa ($Q50$).

Un exemple de rapport d'essai se trouve à l'annexe D.

Annexe A (normative)

Corrections du débit d'air

A.1 Théorie générale

Pour que les résultats d'un essai d'étanchéité à l'air soient utiles, ils doivent être ramenés à un ensemble de conditions de référence de température et de pression pour que les essais puissent être comparés même s'ils sont effectués dans des conditions différentes. Plus particulièrement, les débits d'air indiqués doivent être corrigés en fonction des différences de la masse volumique de l'air (ρ) et de la viscosité (μ) entre les conditions d'étalonnage, les conditions réelles à l'intérieur et à l'extérieur de la maison, et les conditions de référence. Dans le cas d'un essai de dépressurisation :

- le débit d'air indiqué doit être corrigé en fonction de la différence entre les conditions intérieures et les conditions d'étalonnage pour obtenir le débit d'air réel;
- le débit d'air réel doit être corrigé en fonction de la différence entre les conditions intérieures et extérieures pour obtenir le débit d'air de l'enveloppe du bâtiment;
- le débit d'air de l'enveloppe doit être corrigé en fonction de la différence entre les conditions extérieures et les conditions de référence pour obtenir le débit d'air de référence.

Les symboles suivants seront utilisés :

- C - est un coefficient de débit,
- h - est l'altitude exprimée en mètres,
- μ - est la viscosité dynamique de l'air en kg/m·s,
- Q - est le débit d'air en m³/s,
- P - est la pression de l'air en Pa,
- ρ - est la masse volumique de l'air en kg/m³,
- T - est la température de l'air en °C.

Les indices suivants seront utilisés :

- a – désigne le débit d'air réel passant dans l'appareil de mesure du débit, corrigé en fonction de la masse volumique d'étalonnage
- bd – désigne l'infiltromètre
- c – désigne les conditions d'étalonnage
- e – désigne l'enveloppe du bâtiment
- i – désigne les conditions intérieures
- m – désigne ce qui est mesuré (débit d'air mesuré, Q_m , est également appelé le débit indiqué)
- o – désigne les conditions extérieures
- r – désigne les conditions de référence standards.

Les équations initiales ci-dessous sont celles utilisées pour un essai de dépressurisation et elles sont suivies de l'équation pour un essai de pressurisation, ce qui est indiqué comme suit : [pour la pressurisation ...].

Dans le cas de certains dispositifs de mesure du débit de fluide (plaques à orifice, tuyères, venturis, tubes de Pitot, etc.) et des infiltromètres présumés dans la présente norme, le débit, la différence de pression et la masse volumique sont liés selon l'équation suivante :

Équation 11

$$Q \propto \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

Par conséquent, le débit indiqué par le dispositif de mesure peut être estimé à l'aide de l'équation suivante :

Équation 12

$$Q_m = C_{bd} \times \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_c}}$$

Cependant, le vrai débit d'air qui passe par le dispositif de mesure est calculé en fonction de la masse volumique de l'air intérieur ρ_i à l'aide de l'équation suivante¹⁰ :

Équation 13

$$Q_a = C_{bd} \times \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_i}} \quad [\text{pour la pressurisation } Q_a = C_{bd} \times \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_o}}]$$

En modifiant l'équation 12 pour tenir compte de C_{bd} ¹¹ et en remplaçant la valeur dans l'équation 13, le débit réel de l'air qui passe dans le ventilateur peut être estimé à l'aide de l'équation suivante :

Équation 14

$$Q_a = Q_m \times \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_i}} \quad [\text{pour la pressurisation } Q_a = Q_m \times \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_o}}]$$

De plus, la continuité de la masse se traduit par l'équation suivante :

Équation 15

$$\rho_i \times Q_a = \rho_o \times Q_e \quad [\text{pour la pressurisation } \rho_i \times Q_e = \rho_o \times Q_a]$$

En modifiant l'équation 15, le débit de l'air de l'enveloppe peut être calculé comme suit :

¹⁰ Il se peut que certains fabricants de ventilateurs d'essai aient une approche différente pour le débit indiqué. Suivre les instructions du fabricant pour déterminer le débit volumique qui passe dans le ventilateur d'essai si l'équation est différente des équations ci-dessus.

¹¹ La valeur de C_{bd} dépend du nombre de Reynolds, mais compte tenu de la plage de débits utilisés dans le présent essai, on suppose qu'il est constant.

Équation 16

$$Q_e = Q_a \times \frac{\rho_i}{\rho_o} \quad \left[\text{pour la pressurisation } Q_e = Q_a \times \frac{\rho_o}{\rho_i} \right]$$

En remplaçant l'équation 14 dans l'équation 16, on obtient :

Équation 17

$$Q_e = Q_m \times \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_i}} \times \frac{\rho_i}{\rho_o} \quad \left[\text{pour la pressurisation } Q_e = Q_m \times \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_o}} \times \frac{\rho_o}{\rho_i} \right]$$

La dernière étape consiste à corriger le débit en fonction des conditions de référence standards. Les caractéristiques des fuites d'air du bâtiment, plus particulièrement l'exposant de la pression n , doit être déterminé en premier pour que la régression requise à l'annexe B soit effectuée, puis que cette correction soit appliquée au coefficient de débit C plutôt qu'aux débits individuels¹². Cette modification permet de tenir compte de la différence de la masse volumique entre les conditions d'essai et les conditions de référence, ainsi que de la différence de viscosité.

Équation 18

$$C_r = C_e \times \left(\frac{\rho_o}{\rho_r} \right)^{(1-n)} \left(\frac{\mu_o}{\mu_r} \right)^{(2n-1)} \quad \left[\text{pour la pressurisation } C_r = C_e \times \left(\frac{\rho_i}{\rho_r} \right)^{(1-n)} \left(\frac{\mu_i}{\mu_r} \right)^{(2n-1)} \right]$$

La masse volumique peut être déterminée comme suit :

Équation 19

$$\rho = 1,2041 \left(1 - \frac{0,0065 \times h}{293} \right)^{5,2553} \left(\frac{293}{T + 273} \right)$$

La viscosité peut être déterminée comme suit :

Équation 20

$$\mu = \frac{1,458 \times 10^{-6} (T + 273)^{0,5}}{1 + \frac{110,4}{T + 273}}$$

Si l'utilisateur est prêt à accepter une perte de précision, il est possible de faire certaines simplifications qui permettront de réduire les corrections de la masse volumique à un rapport de température plutôt simple.

L'équation 18 peut être reformulée en termes de débit plutôt que de coefficient du débit.

Équation 21

$$Q_r = Q_e \times \left(\frac{\rho_o}{\rho_r} \right)^{(1-n)} \left(\frac{\mu_o}{\mu_r} \right)^{(2n-1)}$$

[la formule pour la pressurisation sera présentée à la fin du développement]

¹² La correction en fonction des conditions de référence était, dans la version précédente de la norme CAN/CGSB-149.10, appliquée aux débits avec une valeur n de 0,5, ce qui élimine la viscosité de la correction et simplifie la partie de l'équation qui porte sur la masse volumique. Cette façon de faire introduit une petite erreur qui dépend de la valeur réelle de n . Voir l'équation 28 pour une modification simplifiée en fonction de cette hypothèse.

En remplaçant l'équation 17 dans l'équation 21, on obtient :

Équation 22

$$Q_r = Q_m \times \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_i}} \times \frac{\rho_i}{\rho_o} \times \left(\frac{\rho_o}{\rho_r}\right)^{(1-n)} \left(\frac{\mu_o}{\mu_r}\right)^{(2n-1)}$$

Compte tenu de la loi des gaz parfaits, l'équation 23 peut être remplacée dans l'équation 22 pour chaque ensemble de rapports de masse volumique :

Équation 23

$$\rho \propto \frac{P}{T + 273,15}$$

Équation 24

$$Q_r = Q_m \times \sqrt{\frac{P_c \cdot (T_i + 273)}{P_i \cdot (T_c + 273)}} \times \frac{P_i \cdot (T_o + 273)}{P_o \cdot (T_i + 273)} \times \left(\frac{P_o \cdot (T_r + 273)}{P_r \cdot (T_o + 273)}\right)^{(1-n)} \left(\frac{\mu_o}{\mu_r}\right)^{(2n-1)}$$

En utilisant les hypothèses suivantes :

- température standard de $T_r = 20 \text{ °C}$
- pression standard de $P_r = 101,325 \text{ kPa}$
- en supposant que les pressions intérieure et extérieure sont approximativement égales, $P_i = P_o$,
- en supposant que $n = 0,5$ (comme c'était le cas dans la version précédente de la norme CAN/CGSB-149.10).

L'équation peut être simplifiée comme suit :

Équation 25

$$Q_r \approx Q_m \times \sqrt{\frac{P_c \cdot (T_i + 273)}{P_i \cdot (T_c + 273)}} \times \frac{P_i \cdot (T_o + 273)}{P_o \cdot (T_i + 273)} \times \sqrt{\frac{P_o}{101,325} \cdot \frac{(20 + 273)}{(T_o + 273)}} \left(\frac{\mu_o}{\mu_r}\right)^0$$

Puis simplifiée davantage :

Équation 26

$$Q_r \approx Q_m \times \sqrt{\frac{(T_o + 273)}{(T_i + 273)} \cdot \frac{P_c}{101,325} \cdot \frac{(20 + 273)}{(T_c + 273)}}$$

Étant donné que la température et la pression pour l'étalonnage sont fixes pour un infiltromètre donné, l'équation peut être simplifiée davantage :

Équation 27

$$Q_r = Q_m \times \sqrt{\frac{(T_o + 273)}{(T_i + 273)}} \times \text{constante } a$$

De plus, si l'infiltromètre est étalonné aux conditions de référence ou près de celles-ci, ou si les valeurs obtenues de l'infiltromètre sont déjà corrigées en fonction de la pression d'étalonnage, la constante est réduite à 1 et Q_r peut être obtenue comme suit :

Équation 28

$$Q_r = Q_m \times \sqrt{\frac{(T_o+273)}{(T_i+273)}} \quad [\text{pour la pressurisation } Q_r = Q_m \times \sqrt{\frac{(T_i+273)}{(T_o+273)}}]$$

Annexe B (normative)

Détermination de la qualité des données d'essai multipoint

B.1 Méthode relative aux données d'essai multipoint

Si les données ont été relevées pour N différences de pression corrigées $\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_N$ correspondant à des débits d'air corrigés $Q_{r1}, Q_{r2}, \dots, Q_{rN}$, respectivement, la méthode suivante doit être utilisée pour trouver une équation du type suivant pour obtenir les données :

Équation 29

$$Q = C \times \Delta P^n$$

L'équation 29 est linéarisée en utilisant le logarithme naturel :

Équation 30

$$\ln Q = \ln C + n \times \ln \Delta P$$

Une analyse de régression linéaire pondérée permettant de déterminer C et n peut maintenant être effectuée.

B.1.1 Analyse de régression

Calculer les sommes suivantes :

Équation 31

$$\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln \Delta P_i = Q_1^2 \ln \Delta P_1 + Q_2^2 \ln \Delta P_2 + \dots + Q_N^2 \ln \Delta P_N$$

Équation 32

$$\sum_{i=1}^N Q_i^2 (\ln \Delta P_i)^2 = Q_1^2 (\ln \Delta P_1)^2 + Q_2^2 (\ln \Delta P_2)^2 + \dots + Q_N^2 (\ln \Delta P_N)^2$$

Équation 33

$$\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln Q_i = Q_1^2 \ln Q_1 + Q_2^2 \ln Q_2 + \dots + Q_N^2 \ln Q_N$$

Équation 34

$$\sum_{i=1}^N Q_i^2 (\ln Q_i)^2 = Q_1^2 (\ln Q_1)^2 + Q_2^2 (\ln Q_2)^2 + \dots + Q_N^2 (\ln Q_N)^2$$

Équation 35

$$\sum_{i=1}^N Q_i^2 (\ln \Delta P_i) (\ln Q_i) = Q_1^2 (\ln \Delta P_1) (\ln Q_1) + Q_2^2 (\ln \Delta P_2) (\ln Q_2) + \dots + Q_N^2 (\ln \Delta P_N) (\ln Q_N)$$

Équation 36

$$\sum_{i=1}^N Q_i^2 = Q_1^2 + Q_2^2 + \dots + Q_N^2$$

À l'aide de l'équation 31 à l'équation 36, calculer les grandeurs suivantes :

Équation 37

$$S_{XX} = \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 (\ln \Delta P_i)^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln \Delta P_i \right)^2$$

Équation 38

$$S_{YY} = \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 (\ln Q_i)^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln Q_i \right)^2$$

Équation 39

$$S_{XY} = \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 (\ln \Delta P_i) (\ln Q_i) \right) - \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln \Delta P_i \right) \left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln Q_i \right)$$

Équation 40

$$S_{Y/X} = \sqrt{\frac{S_{YY} - n S_{XY}^2}{\left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \right) (N - 2)}}$$

À l'aide des équations 31, 32, 36, 37 et 38, calculer la meilleure évaluation des coefficients de régression, n et C :

Équation 41

$$n = \frac{S_{XY}}{S_{XX}}$$

Équation 42

$$C = \exp \left(\frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln Q_i}{\sum_{i=1}^N Q_i^2} - n \frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln \Delta P_i}{\sum_{i=1}^N Q_i^2} \right)$$

B.1.2 Évaluation de la qualité des données

L'analyse statistique suivante peut être utilisée pour évaluer la qualité des données. Les recommandations concernant les valeurs acceptables se trouvent en 7.5.2.1.

À l'aide de l'équation 37, de l'équation 38 et de l'équation 39, calculer le coefficient de corrélation r :

Équation 43

$$r = \sqrt{\frac{S_{XY}^2}{S_{XX} S_{YY}}}$$

Calculer l'erreur relative, ε_{Q_i} du débit évalué à chaque ΔP_i mesuré (optionnel) :

Équation 44

$$\varepsilon_{Q_i} = \left| \frac{\hat{Q}_i - Q_i}{Q_i} \right|$$

Où \hat{Q}_i peut être calculé à partir de la ligne de régression pour toutes les valeurs mesurées de ΔP_i à l'aide de l'équation 29, tandis que Q_i est le débit mesuré :

Équation 45

$$\hat{Q}_i = C \times \Delta P_i^n$$

B.1.3 Limites d'erreurs

À l'aide de l'équation 31, de l'équation 36, de l'équation 37 et de l'équation 40, calculer l'écart-type relatif de l'estimation de Q pour une différence de pression donnée ΔP . La valeur de ε_P peut être déterminée comme suit :

Équation 46

$$\varepsilon_P = \frac{S_{Y/X}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2}} \sqrt{1 + \frac{\left[\left(\sum_{i=1}^N Q_i^2 \right) \cdot \ln \Delta P - \sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln \Delta P_i \right]^2}{S_{XX}}}$$

Calculer l'écart-type relatif de \hat{Q} à 10 Pa, qui est aussi l'écart-type relatif pour $SFE10$, à l'aide de $\ln \Delta P = \ln 10$ dans l'équation 46 :

Équation 47

$$\varepsilon_{10} = \frac{S_{Y/X}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N Q_i^2}} \sqrt{1 + \frac{\left[\sum_{i=1}^N Q_i^2 \cdot \ln 10 - \sum_{i=1}^N Q_i^2 \ln \Delta P_i \right]^2}{S_{XX}}}$$

Pour une utilisation indépendante des coefficients de régression, calculer les écarts-types à l'aide de l'équation 32, de l'équation 36, de l'équation 37 et de l'équation 40 (optionnel) :

Pour C :

Équation 48

$$S_C = S_{Y/X} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2 (\ln \Delta P_i)^2}{S_{XX}}}$$

Par conséquent, la plage de l'écart-type pour C est $\exp(\ln C \pm S_C)$.

Pour n :

Équation 49

$$S_n = \frac{S_{Y/X}}{\sqrt{\frac{S_{XX}}{\sum_{i=1}^N Q_i^2}}}$$

Par conséquent, la plage de l'écart-type pour n est $n \pm S_n$.

Annexe C (normative)

Essai d'étanchéité à l'air multizone

La présente annexe décrit la méthode à suivre pour mener un essai multizone. Si, selon 6.2, un essai multizone doit être réalisé, l'annexe C doit être utilisée. Les méthodes décrites dans la présente norme doivent être modifiées si plus d'une zone à l'intérieur de la superficie totale de l'enveloppe du bâtiment est soumise à l'essai.

C.1 Ventilateurs multiples

La première option consiste à dépressuriser chaque zone en même temps au moyen de plusieurs ventilateurs. Avant d'effectuer les calculs, particulièrement la correction de la pression et du débit prévue en 7.3 et 7.4, la moyenne des différences de pression de chaque zone doit être calculée et le débit d'air de chaque zone doit être additionné comme il est décrit en 6.2.2.1.

En théorie, l'essai peut viser autant de zones que le nombre de ventilateurs d'essai que possède l'utilisateur, mais une limite pratique s'applique selon le matériel et la main-d'œuvre, ainsi que selon l'erreur cumulative, puisque de nombreuses lectures sont additionnées. Par expérience, une limite de quatre zones est raisonnable.

C.2 Essais multiples

La deuxième option consiste à mener l'essai des zones individuellement tout en surveillant la différence de pression entre les zones adjacentes et l'extérieur, et en combinant les résultats selon des calculs mathématiques. Les procédures et les formules suivantes ont été dérivées pour les combinaisons suivantes de ventilateurs d'essai et de zones :

- deux essais au moyen d'un ventilateur d'essai et deux zones;
- trois essais au moyen d'un ventilateur d'essai et trois zones;
- deux essais au moyen de deux ventilateurs d'essai et trois zones.

Les équations sont fondées sur les travaux menés par DePani et présentés dans l'ouvrage intitulé *A Study on Single Blower Door Methods for Multifamily Building in Montreal*. Par la suite, ses travaux ont été approfondis pour le compte de RNCAN en vue de les inclure dans le logiciel de simulation énergétique HOT2000. La combinaison « un ventilateur d'essai avec deux zones » servira à illustrer les méthodes de façon détaillée et à développer les équations. Les équations finales pour les autres méthodes d'essai seront présentées à la fin de l'annexe C.

Les travaux de DePani sont fondés sur un essai à un seul point. Toutefois, il est également possible d'utiliser les essais à deux points et les essais multipoints prévus dans la présente norme, pour lesquels on peut estimer le débit à une différence de pression de référence qui convient selon les résultats escomptés (généralement à $\Delta\hat{P} = 50$ Pa) à l'aide de l'équation 2 décrite en 7.5 ou 7.6, qui sert à déterminer le coefficient de débit et l'exposant de pression dérivés. Ainsi, pour les besoins de la présente section, \hat{Q} servira à décrire le débit à la pression d'essai souhaitée. $\Delta\hat{P}$ sera utilisé pour décrire la différence de pression souhaitée (p. ex. 50 Pa) ou, dans le cas des zones adjacentes, $\Delta\hat{P}$ correspondra à la différence de pression moyenne des zones adjacentes calculée au prorata selon le rapport de la différence de pression moyenne des zones visées par l'essai divisée par la différence de pression souhaitée.

C.3 Un ventilateur d'essai et deux zones

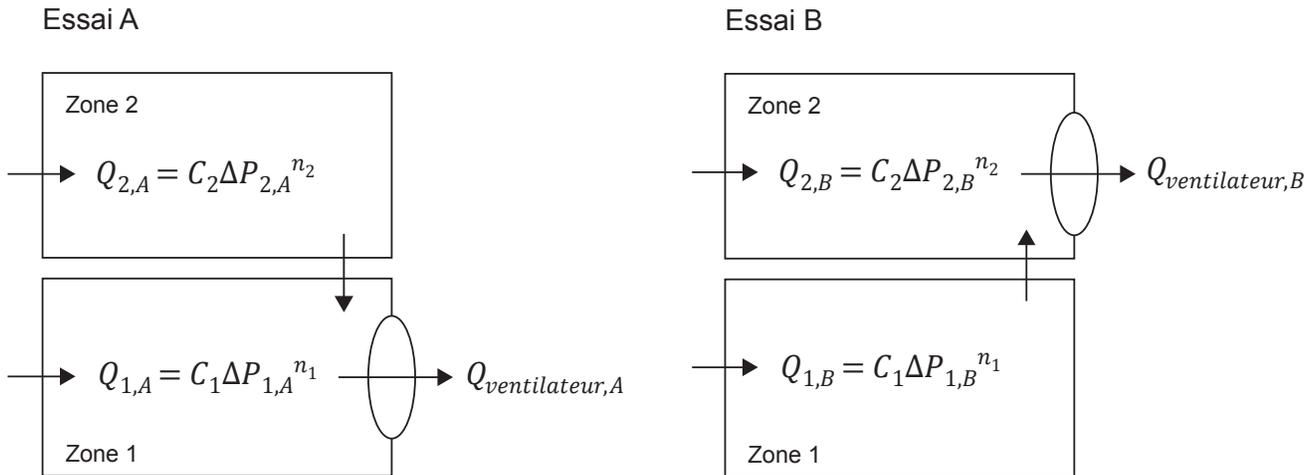
Deux essais sont menés, l'un après l'autre, le ventilateur d'essai étant placé dans une zone pour le premier essai et dans la deuxième zone pour le deuxième essai.

C.3.1 Préparation et montage

Les deux zones sont préparées conformément aux méthodes décrites en 6.1.

Les différents montages pour les deux essais sont illustrés à la figure 3.

Figure 3 – Montages pour les essais avec un ventilateur d'essai et deux zones



C.3.2 Méthode d'essai

Chaque essai est réalisé conformément aux méthodes décrites en 6.2. Dans le cas de l'essai A, le ventilateur d'essai est monté dans la zone 1 et les valeurs $\Delta P_{2,A}$, $Q_{ventilateur,A}$ et $\Delta P_{1,A}$ sont consignées conformément aux méthodes décrites en 6.

Dans le cas de l'essai B, le ventilateur d'essai est déplacé dans la zone 2 et les valeurs $\Delta P_{1,B}$, $Q_{ventilateur,B}$ et $\Delta P_{2,B}$ sont consignées.

C.3.3 Fin de l'essai

Les deux zones sont ramenées aux conditions préalables à l'essai conformément à 6.3.

C.4 Calculs

Les différences de pression et les débits sont corrigés conformément à 7.3 et à 7.4.

C.4.1 Essai multipoint ou essai à deux points

Si un essai multipoint ou un essai à deux points est mené, déterminer les coefficients de débit C_A et C_B et les exposants de pression n_A et n_B pour les essais A et B selon 7.5 ou 7.6. Il convient de noter que ces valeurs ne représentent pas les caractéristiques de fuite du bâtiment ni d'aucune des zones, puisqu'une partie des fuites passe par le ventilateur par l'entremise des multiples trajectoires du débit. Ces valeurs servent uniquement à déterminer le débit du ventilateur à une pression donnée en vue de réaliser les calculs ci-dessous. Il importe de ne pas confondre ces valeurs avec les valeurs C et n montrées à la figure 3 ou utilisées dans les formules ci-dessous.

Donc, utiliser l'équation 45 pour déterminer :

$$\hat{Q}_{\text{ventilateur},A} = C_A \times \Delta\hat{P}^{n_A} \text{ ou}$$

$$\hat{Q}_{\text{ventilateur},B} = C_B \times \Delta\hat{P}^{n_B}$$

où $\Delta\hat{P}$ correspond à une pression convenable pour les résultats escomptés (p. ex. 50 Pa si *RAH50* est le résultat escompté).

Les résultats obtenus pour $\hat{Q}_{\text{ventilateur},A}$, $\Delta\hat{P}_{1,A}$, $\Delta\hat{P}_{2,A}$, et $\hat{Q}_{\text{ventilateur},B}$, $\Delta\hat{P}_{1,B}$, $\Delta\hat{P}_{2,B}$ dans le cadre d'un essai à un seul point peuvent être utilisés directement dans les équations suivantes. Idéalement, les valeurs $\Delta\hat{P}_{1,A}$ et $\Delta\hat{P}_{2,B}$ doivent être identiques ou proches, et doivent se situer le plus près possible de la pression souhaitée.

C.5 Formules pour un ventilateur d'essai et deux zones

Pour l'essai A, un bilan massique exige ce qui suit :

Équation 50

$$\hat{Q}_{\text{ventilateur},A} = C_1\Delta\hat{P}_{1,A}^{n_1} + C_2\Delta\hat{P}_{2,A}^{n_2}$$

Équation 51

$$\hat{Q}_{\text{ventilateur},B} = C_1\Delta\hat{P}_{1,B}^{n_1} + C_2\Delta\hat{P}_{2,B}^{n_2}$$

Les valeurs suivantes sont connues :

- $\hat{Q}_{\text{ventilateur},A}$, $\Delta\hat{P}_{1,A}$, $\Delta\hat{P}_{2,A}$
- $\hat{Q}_{\text{ventilateur},B}$, $\Delta\hat{P}_{1,B}$, $\Delta\hat{P}_{2,B}$

Les valeurs suivantes sont inconnues :

- C_1 , n_1 , C_2 , n_2

Il y a quatre valeurs inconnues et seulement deux équations. En supposant que tous les exposants de pression sont de 0,65, qui est une estimation raisonnable d'après plusieurs études menées sur des habitations contiguës, il y a seulement deux valeurs inconnues; les équations permettent donc de trouver les coefficients de débit. Pour le reste de l'annexe, tous les exposants seront indiqués sans indice et il sera tenu pour acquis que $n = 0,65$.

Résoudre l'équation 50 pour C_1 et l'équation 51 pour C_2 .

Équation 52

$$C_1 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur},A} - C_2\Delta\hat{P}_{2,A}^n}{\Delta\hat{P}_{1,A}^n}$$

Équation 53

$$C_2 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur},B} - C_1 \Delta \hat{P}_{1,B}^n}{\Delta \hat{P}_{2,B}^n}$$

Insérer l'équation 53 dans l'équation 50, puis trouver C_1 et insérer l'équation 52 dans l'équation 51, puis trouver C_2 .

Équation 54

$$C_1 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur},A} - \hat{Q}_{\text{ventilateur},B} \left(\frac{\Delta \hat{P}_{2,A}}{\Delta \hat{P}_{2,B}} \right)^n}{\Delta \hat{P}_{1,A}^n - \Delta \hat{P}_{2,A}^n \left(\frac{\Delta \hat{P}_{1,B}}{\Delta \hat{P}_{2,B}} \right)^n}$$

Équation 55

$$C_2 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur},B} - \hat{Q}_{\text{ventilateur},A} \left(\frac{\Delta \hat{P}_{1,B}}{\Delta \hat{P}_{1,A}} \right)^n}{\Delta \hat{P}_{2,B}^n - \Delta \hat{P}_{1,B}^n \left(\frac{\Delta \hat{P}_{2,A}}{\Delta \hat{P}_{1,A}} \right)^n}$$

Le coefficient de débit combiné des deux zones est :

Équation 56

$$C_{\text{total}} = C_1 + C_2$$

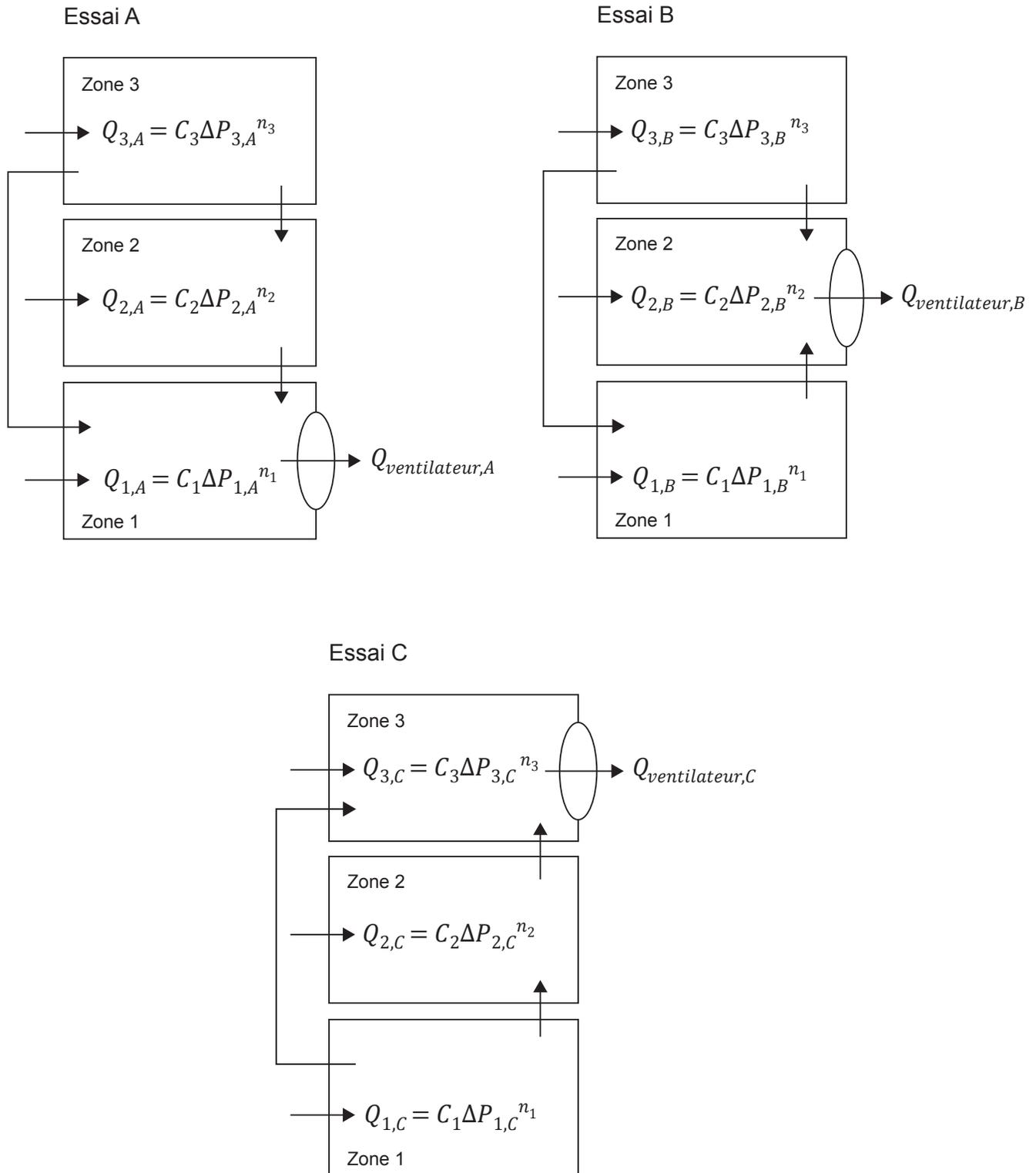
C.6 Formules pour un ventilateur d'essai et trois zones

Bien qu'elles soient plus complexes, les formules pour les essais à trois zones peuvent être développées de manière semblable. Les résultats finaux sont montrés ici.

C.6.1 Préparation et montage

Les zones sont préparées conformément aux méthodes décrites en 6.1. Les différents montages pour les trois essais sont illustrés à la figure 4.

Figure 4 – Montage pour l'essai avec un ventilateur et trois zones



C.6.2 Formules

Équation 57

$$\frac{\left(\hat{Q}_{\text{ventilateur},B} - \hat{Q}_{\text{fan},A} \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n} \right) - \frac{\left(\hat{Q}_{\text{ventilateur},B} - \hat{Q}_{\text{ventilateur},C} \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,C}^n} \right) \times \left(\Delta \hat{P}_{2,B}^n - \Delta \hat{P}_{2,A}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n} \right)}{\Delta \hat{P}_{2,B}^n - \Delta \hat{P}_{2,C}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,C}^n}}}{\left(\Delta \hat{P}_{1,B}^n - \Delta \hat{P}_{1,A}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n} \right) - \frac{\left(\Delta \hat{P}_{1,B}^n - \Delta \hat{P}_{1,C}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,C}^n} \right) \times \left(\Delta \hat{P}_{2,B}^n - \Delta \hat{P}_{2,A}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n} \right)}{\Delta \hat{P}_{2,B}^n - \Delta \hat{P}_{2,C}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,C}^n}}}$$

Équation 58

$$C_2 = \frac{\left(\hat{Q}_{\text{ventilateur},B} - \hat{Q}_{\text{ventilateur},A} \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n} \right) - C_1 \times \left(\Delta \hat{P}_{1,B}^n - \Delta \hat{P}_{1,A}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n} \right)}{\left(\Delta \hat{P}_{2,B}^n - \Delta \hat{P}_{2,A}^n \frac{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n} \right)}$$

Équation 59

$$C_3 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur},A} - C_2 \Delta \hat{P}_{2,A}^n - C_1 \Delta \hat{P}_{1,A}^n}{\Delta \hat{P}_{3,A}^n}$$

Équation 60

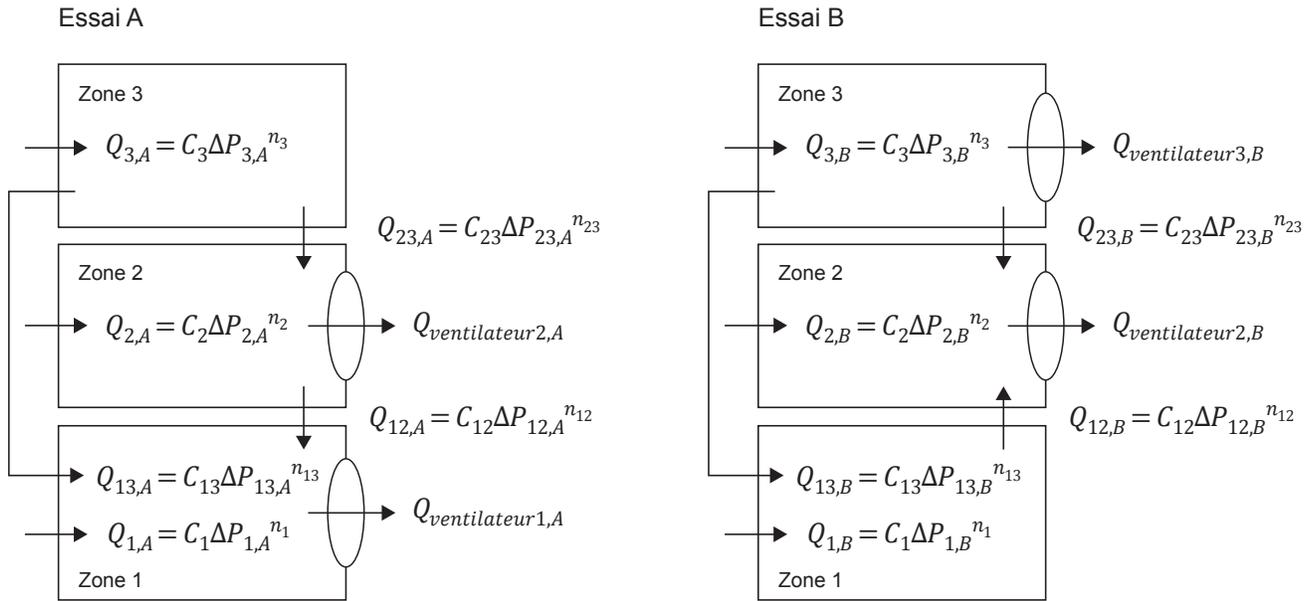
$$C_{\text{total}} = C_1 + C_2 + C_3$$

C.7 Formules pour deux ventilateurs d'essai et trois zones

C.7.1 Préparation et montage

Les zones sont préparées conformément aux méthodes décrites en 6.1. Les deux montages pour les deux essais sont montrés à la figure 5. Il convient de noter que le ventilateur qui demeure dans la même zone pour les deux essais, indiqué par la mention Ventilateur 2, devrait idéalement se trouver dans la zone ayant la fuite la plus élevée ou dans la zone dont la superficie des cloisons adjacentes aux autres zones est la plus grande.

Figure 5 – Montage pour l'essai avec deux ventilateurs et trois zones



C.7.2 Formules

Équation 61

$$C_1 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur2,A}} + \hat{Q}_{\text{ventilateur1,A}} \{1 + F_{13} [F_3 - F_2]\} - \hat{Q}_{\text{ventilateur2,B}} F_2 - \hat{Q}_{\text{ventilateur3,B}} F_3}{\Delta \hat{P}_{1,A}^n \{1 + F_{13} [F_3 - F_2]\} - \Delta \hat{P}_{1,B}^n F_2}$$

Équation 62

$$C_2 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur2,B}} + \hat{Q}_{\text{ventilateur1,A}} F_{13} - C_1 [\Delta \hat{P}_{1,B}^n + \Delta \hat{P}_{1,A}^n F_{13}]}{\Delta \hat{P}_{2,B}^n}$$

Équation 63

$$C_3 = \frac{\hat{Q}_{\text{ventilateur3,B}} - \hat{Q}_{\text{ventilateur1,A}} F_{13} + C_1 \Delta \hat{P}_{1,A}^n F_{13}}{\Delta \hat{P}_{3,B}^n}$$

Où :

Équation 64

$$F_{13} = \left(\frac{\Delta \hat{P}_{13,B}}{\Delta \hat{P}_{13,A}} \right)^n$$

Équation 65

$$F_2 = \left(\frac{\Delta \hat{P}_{2,A}}{\Delta \hat{P}_{2,B}} \right)^n$$

Équation 66

$$F_3 = \left(\frac{\Delta \hat{P}_{3,A}}{\Delta \hat{P}_{3,B}} \right)^n$$

Annexe D (informative)

Exemple de rapport d'essai

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX			
Nom de l'entreprise			
Adresse de l'entreprise			
Nom de la personne ayant effectué l'essai			
Adresse du bâtiment			
Date de l'essai (AAAA-MM-JJ)		Date du rapport (AAAA-MM-JJ)	
Fabricant et modèle du ventilateur d'essai			
Date d'étalonnage			

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES	
Température extérieure (°C)	
Condition des vents	
Altitude (m)	

RENSEIGNEMENTS SUR L'ESSAI	
Emplacement où est installé le ventilateur d'essai	
Option d'essai	<input type="checkbox"/> Multipoint <input type="checkbox"/> À deux points <input type="checkbox"/> À un seul point
Type d'évaluation	<input type="checkbox"/> Condition normale <input type="checkbox"/> Ouvertures intentionnelles scellées
Condition de pression aux frontières des cloisons communes	<input type="checkbox"/> Non équilibrée <input type="checkbox"/> Équilibrée (pour les habitations contiguës)
Exécution de l'essai	<input type="checkbox"/> Automatisé <input type="checkbox"/> Manuel
Écart par rapport à la méthode	

ENVELOPPE	
Enveloppe du bâtiment	
Superficie (m ²) (préciser A_t ou A_e pour les bâtiments contigus)	
Volume intérieur (m ³)	
Autre	

DONNÉES MESURÉES						
Différence de pression initiale $\Delta P_{m,i}$ (Pa)						
Différence de pression finale $\Delta P_{m,f}$ (Pa)						
Q_m (L/s) (le nombre de valeurs dépend du type d'essai)						
ΔP (Pa) (le nombre de valeurs dépend du type d'essai)						
Température intérieure initiale (°C)						

DONNÉES CORRIGÉES						
ΔP (Pa)						
Q_r (L/s)						

DONNÉES CALCULÉES	
C_r (L/(s·Pa ⁿ))	
n	
r	
Débit corrigé à 50 Pa, Q_{r50} (L/s)	
Écart-type pour Q_{r50}	
SFE (cm ²)	
Écart-type pour SFE_{10}	
RAH_{50}	
SFN_{10} (cm ² /m ²)	
TFN_{50} (L/s·m ²)	

COURBE DES DONNÉES MESURÉES

Figure 6 – Courbe linéaire des données

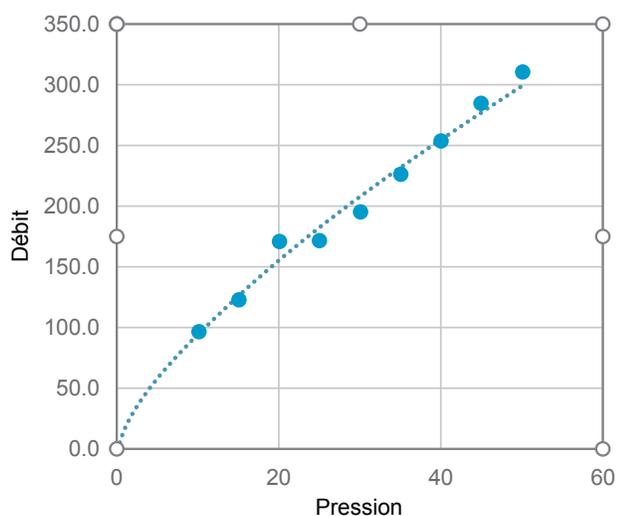
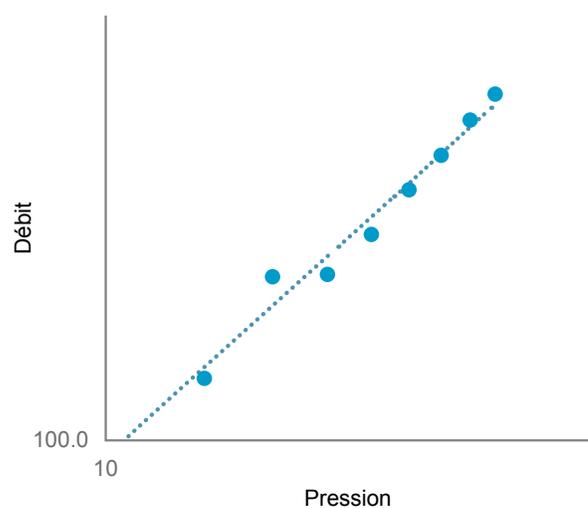


Figure 7 – Courbe logarithmique des données



Annexe E (informative)

Guide pratique pour réduire au minimum les erreurs dans les résultats d'essai

E.1 Introduction

La présente annexe vise à aider les utilisateurs de la norme CAN/CGSB-149.10 à prendre les mesures appropriées pour réduire au minimum les erreurs et améliorer l'exactitude globale et la répétabilité des résultats des essais d'étanchéité à l'air.

E.1.1 Pour une analyse plus rigoureuse des techniques d'estimation de l'incertitude et des erreurs applicables aux essais d'étanchéité à l'air, le lecteur peut consulter les sources citées en référence dans la bibliographie.

E.1.2 Exécuter les essais de pressurisation et de dépressurisation, et calculer la moyenne des résultats.

E.2 Définition des sources d'incertitude et d'erreurs dans les estimations de la surface de fuite équivalente (SFE)

E.2.1 La probabilité d'erreur est directement liée au niveau d'incertitude de toutes les variables qui pourraient avoir une incidence sur les résultats d'essai.

E.2.2 Pour des raisons de simplicité dans la présente annexe, l'erreur potentielle fera référence au niveau d'incertitude associé aux variables clés. Par exemple, si un manomètre a une incertitude de $\pm 10\%$, ce dernier est indiqué comme une erreur potentielle de 10% .

E.2.3 Pour améliorer l'exactitude des résultats d'essai, la première étape consiste à comprendre les différentes sources à l'origine des erreurs potentielles et leur interaction. S'ils ne comprennent pas ces sources d'erreurs, les utilisateurs ne peuvent pas juger si leurs efforts contribueront à améliorer l'exactitude et, par le fait même, ne peuvent pas utiliser leur temps efficacement.

E.2.4 Chaque essai d'étanchéité à l'air comprend trois variables générales, lesquelles représentent des sources fondamentales d'erreur :

- a) Erreur de l'instrument de mesure (E_i), p. ex. un manomètre qui n'est pas correctement étalonné et qui donne des lectures erronées.
- b) Erreur de la méthode de mesure (E_m), p. ex. certaines fuites peuvent devenir plus grandes au fur et à mesure que la pression augmente; bref, la méthode d'essai a une incidence sur la caractéristique mesurée.
- c) Erreur de l'utilisateur (E_o), p. ex. l'utilisateur indique la mauvaise pression après avoir regardé la valeur indiquée sur le manomètre ou oublie de fermer toutes les fenêtres du bâtiment avant de mener un essai. Certains spécialistes soutiennent que ce type d'erreur ne devrait pas être considéré comme une source d'erreur, puisque les erreurs d'exactitude sont difficiles à définir. Ce type d'erreur est inclus dans cette section à titre explicatif et pour maintenir l'uniformité avec les analyses réalisées par d'autres. Voir section 3.

E.2.5 Il est possible de définir de façon approximative l'erreur potentielle totale, E_{total} , d'un essai précis en additionnant l'erreur maximale estimée pour chacune de ces trois sources. Cependant, les erreurs ne se combinent pas selon une simple addition. Elles se combinent plutôt « en quadrature », comme il est montré dans l'équation ci-dessous, où les erreurs sont relatives et non absolues :

Équation 67

$$E_{total} = \sqrt{E_i^2 + E_m^2 + E_o^2}$$

E.2.6 En règle générale, l'addition de ces trois sources d'erreur en quadrature a pour effet de réduire l'erreur totale qui serait obtenue par une simple addition. Par exemple, si l'erreur maximale estimée attribuable aux instruments de mesure, à la méthode et à l'utilisateur est de 10 % pour chaque type d'erreur, l'erreur potentielle globale serait d'environ 17 % plutôt que d'une erreur de 30 % qui serait obtenue par une simple addition. L'erreur totale est réduite à 17 % puisque, d'un point de vue statistique, il est très peu probable que le niveau d'erreur soit maximal pour les trois sources, dans la même direction, pendant le même essai.

E.2.7 L'addition des erreurs en quadrature n'a pas le même type d'effet si l'une des sources d'erreur est beaucoup plus grande que les autres. Par exemple, si l'erreur attribuable à l'instrument est de 10 % et que les erreurs attribuables à la méthode et à l'utilisateur sont chacune de 3 %, l'erreur nette devient 11 %, ou presque le même pourcentage d'erreur qui serait obtenu par une simple addition.

E.2.8 La principale leçon à tirer de ces exemples est que pour réduire efficacement le potentiel global des erreurs dans les résultats d'essai, il faut d'abord réduire toute source d'erreur exceptionnellement grande, le cas échéant, puis diminuer les trois sources d'erreur potentielles simultanément.

E.2.9 Par exemple, si l'on prend deux stratégies pour réduire les erreurs dans un essai où l'erreur potentielle est de 10 % pour chaque source :

- a) Ignorer les erreurs attribuables à la méthode et à l'utilisateur et acheter un appareil d'essai dispendieux qui réduit l'erreur attribuable à l'instrument à seulement 1 %.
- b) Consacrer temps et argent à réduire chaque source d'erreur à environ 5 %.

E.2.9.1 La première stratégie donne une erreur potentielle globale de 14 %. La deuxième stratégie est beaucoup plus efficace, puisqu'elle contribue à réduire l'erreur potentielle à seulement 9 %.

E.2.10 Il est difficile d'estimer le niveau d'erreur des résultats d'un essai d'étanchéité à l'air sans connaître le niveau d'incertitude de toutes les variables, lequel est souvent difficile à déterminer. Certaines règles générales peuvent être utiles. Par exemple, l'erreur attribuable à l'instrument est généralement fixe, si l'on tient pour acquis que les instruments sont bien entretenus et étalonnés. La clé est généralement de prendre des mesures supplémentaires pour vérifier que l'erreur attribuable à l'utilisateur et celle attribuable à la méthode ne sont pas supérieures à l'erreur attribuable à l'instrument.

E.3 Stratégies pour améliorer l'exactitude

E.3.1 Généralités

La présente section propose plusieurs stratégies générales destinées à réduire les erreurs d'un essai d'étanchéité à l'air. La liste des options n'est pas exhaustive, mais elle met plutôt l'accent sur les problèmes les plus couramment signalés par les praticiens sur le terrain et sur les méthodes pratiques pour éviter ces problèmes.

Il importe de bien comprendre l'objectif de l'essai. Si l'objectif est de respecter un critère de fuite précisé à une pression fixe (généralement *RAH50*), un essai à un seul point avec un calcul de la moyenne sur une période de temps raisonnable peut alors suffire. À l'inverse, si les résultats de l'essai doivent être utilisés dans des calculs de ventilation ou d'énergie, la fuite d'air de l'enveloppe à des pressions inférieures doit être connue. Il y a un compromis entre l'exactitude à des pressions d'essai plus élevées et l'exactitude à déterminer la fuite de l'enveloppe à des conditions qui se rapprochent des conditions d'exploitation normales (ce qui exige de supposer l'exposant de pression dans le cas d'un essai à un seul point). Des études détaillées [Walker *et al.* (2013)] ont démontré que pour une vitesse du vent allant jusqu'à environ 6 m/s, un essai multipoint est plus précis qu'un essai à un seul point.

E.3.2 Stratégie 1 : Prendre un plus grand nombre de lectures

E.3.2.1 L'utilisation de nombreuses mesures se veut un moyen simple de réduire l'incertitude attribuable aux instruments de mesure, à la méthode et à l'utilisateur dans le cadre de l'essai, puisque l'erreur d'une moyenne est inversement proportionnelle à la racine carrée du nombre de lectures qui entrent dans le calcul de la moyenne; voir la bibliographie. Ainsi, cela signifie que quatre lectures sont deux fois plus précises qu'une seule lecture.

E.3.2.2 La prise de mesures multiples peut nécessiter de répéter l'ensemble de l'essai ou de relever chaque lecture plusieurs fois, puis de calculer la moyenne.

E.3.2.3 La fonction de calcul de la moyenne sur une période de temps (égalisation), dont sont dotés la majorité des manomètres numériques, revient en fait à la même chose que de relever plusieurs lectures, puis d'en calculer la moyenne.

E.3.3 Stratégies 2 : Options des essais multipoints

E.3.3.1 Le type d'essai choisi (à deux points ou multipoint) peut contribuer à réduire l'incertitude associée à l'essai.

E.3.3.2 Le choix entre un essai à deux points et un essai multipoint n'est toutefois pas aussi évident. Étonnamment, l'essai à deux points est théoriquement plus exact qu'un essai multipoint, à condition que les deux points soient exacts. Cependant, on considère que l'essai multipoint donne des résultats plus instructifs, puisqu'il permet d'analyser un écart-type relatif et un coefficient de corrélation. L'analyse statistique et l'observation des données peuvent aider à mettre en lumière les problèmes, comme les défaillances des instruments ou des modifications apportées au bâtiment. Pour cette raison, ce type d'essai se veut plus rigoureux.

E.3.4 Stratégie 3 : Réduire l'erreur attribuable à l'instrument de mesure

E.3.4.1 Pour les besoins de la présente norme, une précision de ± 1 % du manomètre numérique est amplement suffisante, puisque les erreurs attribuables à l'utilisateur et à la méthode devraient être au moins tout aussi élevées, même dans des conditions idéales.

Pour réduire au minimum l'erreur attribuable à l'instrument de mesure, tous les instruments doivent être étalonnés à des intervalles appropriés et selon les méthodes recommandées.

Un moyen simple et rapide de vérifier l'étalonnage consiste à brancher deux manomètres ensemble. Puisque les instruments de mesure de la pression offerts sur le marché pour les essais d'étanchéité à l'air sont dotés de deux canaux, il s'agit simplement de relier les deux canaux. Si l'écart entre les deux canaux est supérieur à 2 %, une vérification plus approfondie ou un étalonnage complet peut être nécessaire.

E.3.4.2 Il est essentiel de tenir un registre d'étalonnage de chaque dispositif ou élément de mesure de manière à ce qu'il soit possible d'effectuer un suivi de l'historique de l'instrument et de le comprendre. Une bonne pratique consiste à effectuer périodiquement la procédure de vérification de l'étalonnage du système de l'annexe G, de réaliser les vérifications recommandées par le fabricant et d'étalonner le système de mesure.

E.3.5 Stratégie 4 : Réduire l'erreur attribuable à la méthode de mesure à l'intérieur

E.3.5.1 Éviter les conditions non standards

L'une des erreurs les plus fréquentes dans les lectures de la pression est la fluctuation de la mesure provoquée par les rafales de vent, particulièrement les lectures lorsque la pression intérieure-extérieure se situe entre 15 et 30 Pa. Même un vent constant qui n'entraîne pas de fluctuations peut être une source d'erreur puisqu'il crée un gradient de pression sur la surface de l'enveloppe du bâtiment. Parmi les autres sources d'erreur, on compte également la différence entre la pression intérieure et extérieure en raison de l'effet cheminée. La solution évidente pour éviter ces erreurs est de mener l'essai lorsque le vent est calme et que la différence entre la température intérieure et

extérieure est modérée. Toutefois, il n'est pas toujours possible d'avoir des conditions idéales et il faut donc décider si l'erreur potentielle causée par un vent et une température non standards est acceptable ou non. Une vitesse de vent de 0 à 2 m/s et une différence de 15 °C ou moins entre les températures intérieure et extérieure sont des conditions d'essai idéales. La soustraction de la pression à débit nul aide à éliminer en grande partie les erreurs attribuables à un vent constant ou à l'effet cheminée.

E.3.5.2 Répercussions sur la température en cas de durée prolongée de l'essai

La température du bâtiment peut varier si l'essai est mené sur une longue période, particulièrement pendant les essais de pressurisation, de sorte que la température utilisée pour les corrections de la masse volumique de l'air peut être incorrecte. Voici des moyens d'atténuer ces répercussions :

- limiter le plus possible la durée de l'essai (une durée de moins de 10 minutes est généralement appropriée pour la majorité des températures extérieures);
- calculer la moyenne des températures avant et après l'essai;
- corriger chaque débit d'air en fonction des corrections de la masse volumique à l'aide de la température relevée à chaque lecture.

E.3.6 Stratégie 5 : Réduire l'erreur attribuable à l'utilisateur

E.3.6.1 Utiliser les listes de vérification et suivre le même ordre

Une source d'erreur courante dans les essais menés avant et après les travaux d'étanchéisation est que le montage n'est pas le même pour les deux essais réalisés dans le bâtiment. Ainsi, la reproductibilité de l'essai est grandement limitée. Les listes de vérification et les rapports d'essai constituent l'un des meilleurs moyens de réduire ce type d'erreur attribuable à l'utilisateur. Ils aident également à garantir que les étapes de l'essai sont effectuées dans le bon ordre, que les méthodes sont menées en totalité, et que le bâtiment est ramené à sa configuration initiale une fois l'essai terminé.

E.3.6.1.1 Les listes de vérification sont particulièrement utiles aux fins suivantes :

- a) le montage de l'équipement;
- b) la préparation du bâtiment;
- c) les étapes de la méthode d'essai.

E.3.6.1.2 Les rapports normalisés devraient comprendre des renseignements sur les éléments suivants :

- a) la méthode de mesurage;
- b) les anomalies dans le montage;
- c) les conditions de l'essai.

E.3.6.1.3 Le tableau 3 et le tableau 4 proposent des modèles de listes de vérification pour la préparation du bâtiment et de l'équipement qui pourraient être adoptés selon les besoins particuliers de l'utilisateur. L'annexe D fournit un modèle de rapport sur la méthode de mesurage.

E.3.6.2 Faire preuve d'une attention spéciale pendant la préparation des bâtiments étanches à l'air

Dans un bâtiment exceptionnellement étanche à l'air, il est possible que la fuite la plus importante survienne dans la porte ou la fenêtre utilisée pour le montage du système de ventilateur d'essai. Dans ce cas, il importe de faire preuve d'une attention particulière lors de l'installation de l'équipement. Il est recommandé de vérifier s'il y a des fuites autour des panneaux et du ventilateur d'essai. Par conséquent, les résultats de l'essai peuvent varier grandement selon les efforts pris pour sceller le système de ventilateur d'essai.

E.3.6.3 Adapter l'équipement pour éviter les erreurs lors du raccordement des tubes

À cette fin, il est possible de simplement utiliser des étiquettes ou des connecteurs de différentes tailles, ou de recouvrir les extrémités des tubes extérieurs d'une protection (p. ex. des couvercles en mousse) pour empêcher l'humidité ou la saleté d'obstruer les tubes.

E.3.6.4 Préparer un programme d'assurance de la qualité

Ce programme peut comporter des vérifications répétées occasionnelles menées par un autre groupe ou au moins un autre utilisateur et, de préférence, au moyen d'un autre équipement. Une autre solution consiste à mener des essais sur le même bâtiment, lorsque l'intégrité de l'enveloppe du bâtiment n'a subi aucun changement.

Tableau 4 – Exemple de liste de vérification pour la préparation de l'équipement

Étape	Description de la tâche
1	Utiliser la même ouverture lors d'un nouvel essai d'un même bâtiment.
2	Placer le tube extérieur à un endroit où il sera le moins possible exposé au vent et à d'autres facteurs.
3	Installer l'équipement du ventilateur d'essai et s'assurer qu'il est bien étanche.
4	Raccorder le tube au manomètre par l'ouverture de l'enveloppe.
5	Raccorder le tube du ventilateur d'essai au manomètre.
6	Préparer le bâtiment conformément à 6.1.
7	Exécuter l'essai selon de la présente norme à l'aide des formulaires de collecte de données conformément à l'annexe D.

Annexe F (informative)

Options pour amortir la pression du vent

F.1 Théorie

Le vent exerce une pression sur les surfaces du bâtiment et la variation des conditions de vent provoque des fluctuations importantes de la pression. Ces fluctuations augmenteront l'écart-type relatif des résultats de l'essai.

L'effet cheminée causé par la différence entre les températures intérieure et extérieure créera une pression à débit nul. Dans des cas extrêmes, cette pression peut atteindre 3 Pa par étage du bâtiment. Les différences entre la masse volumique de l'air sortant par le ventilateur d'essai et de l'air entrant par les sources de fuite sont corrigées dans les corrections du débit d'air, lesquelles sont traitées à l'annexe E.

La soustraction de la pression à débit nul corrigera en grande partie la pression totale exercée par un vent constant et par l'effet cheminée. Dans des conditions de rafales, il est difficile d'obtenir des lectures précises du manomètre en raison des fluctuations de la pression. Un système d'égalisation et d'amortissement des vents, décrit ci-dessous, doit être installé pour faciliter les lectures de la pression et en améliorer la fiabilité.

F.2 Options de système

F.2.1 Égalisation électronique sur une période de temps

Une égalisation sur dix secondes est le minimum précisé en 6.2.1. Lors des journées venteuses, l'essai peut être mené avec une égalisation sur une plus longue période jusqu'à ce que les exigences décrites en 7.5.2.1 soient satisfaites. La période d'égalisation nécessaire peut être déterminée en suivant les étapes ci-dessous afin d'éviter de répéter l'essai inutilement. Autrement, il est possible de mener l'essai de nouveau et de combiner les données à celles du premier essai, en doublant le nombre de points, jusqu'à ce que les exigences prévues en 7.5.2.1 soient satisfaites.

Suivre les étapes suivantes pour prévoir la période appropriée d'égalisation :

- Le ventilateur d'essai étant scellé, prendre suffisamment d'échantillons pour obtenir dix lectures de la pression de base de dix secondes.
- Déterminer la plus grande variation par rapport à la moyenne (c.-à-d. la plus grande variation entre : la moyenne moins la lecture la plus élevée, et la moyenne moins la lecture la plus basse).
- Si la plus grande variation est ≤ 1 Pa, la période d'égalisation de dix secondes par défaut est suffisante.
- Si la variation est supérieure à 1, mais inférieure ou égale à 2, régler la période d'égalisation à 20 secondes.
- Si la variation est supérieure à 2, régler la période d'égalisation à 30 secondes.

Cette méthode permet d'obtenir des données de référence très précises et, dans la majorité des cas, garantit que les résultats sont d'une grande fiabilité. Toutefois, il convient de noter qu'il est possible que l'essai soit invalide et qu'il soit nécessaire de le mener à nouveau.

F.2.2 Autres méthodes

D'autres systèmes ou méthodes physiques peuvent aider si le matériel compte peu d'options de réglage de la période d'égalisation ou si les conditions sont particulièrement difficiles :

- Placer le tube extérieur du côté du bâtiment sous le vent (c.-à-d. dans le sens du vent) à l'intersection du sol et du mur¹³.
- Utiliser un plus long tube extérieur (la longueur ne doit pas dépasser 30 m).
- Insérer un tube capillaire dans le tube extérieur (un tube capillaire d'un diamètre intérieur de 0,5 mm et d'une longueur de 75 mm convient à la configuration de la majorité des systèmes).
- Utiliser une pointe à pression statique sur le tube extérieur.
- Placer l'extrémité du tube dans un drap (p. ex. une toile de protection).
- Utiliser une combinaison de ces éléments.

Des précautions doivent être prises pendant la préparation afin d'éviter des répercussions négatives causées par les fuites ou l'influence de la température dans le cas des éléments qui rallongent les tubes ou ajoutent des jonctions à ceux-ci.

F.2.3 Fluctuations du vent et écarts de pression involontaires

Les conditions suivantes peuvent augmenter les fluctuations causées par le vent ou entraîner des écarts de pression involontaires et, pour cette raison, doivent être évitées :

- le fait de placer le tube extérieur dans un contenant ou une cavité, notamment un seau d'eau, ce qui peut en réalité accentuer les fluctuations de la pression;
- l'exposition du tube aux rayons du soleil, ce qui peut créer une pression à débit nul en raison de la pression aérostatique et de la dilatation thermique de l'air chauffé dans le tube ainsi que des pressions transitoires si le soleil est bloqué ou si le vent souffle sur le tube, ce qui entraîne une variation de sa température;
- un tube plié ou écrasé.

¹³ Cette mesure peut sembler contre-intuitive, puisque les pressions de stagnation augmentent à proximité du bâtiment. Selon l'expérience sur le terrain, il a toutefois été constaté que les fluctuations sont moindres à cet endroit.

Annexe G (informative)

Vérification de l'étalonnage du système

G.1 Introduction

G.1.1 Étalonnage

La vérification de l'étalonnage du système est une procédure sur le terrain visant à vérifier que l'équipement utilisé pour l'essai d'étanchéité à l'air et son utilisateur peuvent mesurer avec précision une surface de fuite équivalente (*SFE*). Une telle vérification doit être menée par des personnes qui connaissent parfaitement la présente norme et les instructions de fonctionnement du fabricant de l'équipement.

G.1.2 Solution de rechange du fabricant

La présente annexe décrit une méthode pour vérifier l'étalonnage d'un système. Une solution de rechange acceptable consiste à suivre les procédures et à utiliser l'équipement fournis à cette fin par le fabricant de l'équipement d'essai d'étanchéité à l'air. Si un fabricant recommande une procédure, les niveaux d'exactitude et les exigences concernant les rapports doivent être au moins aussi stricts que ceux décrits dans la présente annexe.

G.2 Principe de base

G.2.1 Système de ventilateur d'essai

Un système de ventilateur d'essai est monté et utilisé pour mesurer la *SFE* d'une salle ou d'un bâtiment étanche. Un trou de dimension connue est ensuite pratiqué entre la salle ou le bâtiment et l'extérieur, puis la *SFE* est mesurée de nouveau à l'aide du système de ventilateur d'essai. La nouvelle *SFE* doit être équivalente à la somme de la première mesure de la *SFE* et de la dimension connue du trou. Par la suite, la dimension du trou est modifiée et l'essai est mené de nouveau. Si le changement de la *SFE* est mesuré avec précision dans les deux cas, il est raisonnable de croire que le système de ventilateur d'essai fonctionne comme prévu.

Note : Cette méthode peut sembler rudimentaire, mais elle a démontré sa remarquable précision dans le cadre des essais sur le terrain. La procédure peut être menée en entier en aussi peu que trente minutes. Elle se veut un moyen pratique de vérifier les compétences de l'utilisateur et la précision de l'ensemble du système de mesurage, y compris les manomètres, les raccordements des tubes, les éléments de débit et les calculs informatiques.

G.3 Limites

G.3.1 Étalonnage

Cette procédure ne doit pas être utilisée pour réétalonner les systèmes de ventilateur d'essai. Pour obtenir des détails sur l'étalonnage de l'équipement, se reporter à 5.5 de la présente norme. Les résultats de la vérification de l'étalonnage d'un système de ventilateur d'essai ne déterminent pas nécessairement la précision du système. Il faut tenir compte des possibilités suivantes :

- Si les résultats de la vérification de l'étalonnage du système sont exacts, il est possible que la totalité du système fonctionne correctement ou qu'il y ait deux erreurs ou plus, mais ces erreurs se sont compensées entre elles pendant l'essai.

- Si les résultats de la vérification de l'étalonnage du système ne sont pas exacts, il peut s'agir d'un problème de fonctionnement de l'équipement (p. ex. en raison d'un tube bloqué, d'un bogue logiciel ou d'un élément de débit endommagé), l'utilisateur peut avoir commis une erreur en utilisant l'équipement ou dans les procédures de la vérification de l'étalonnage du système, ou ces deux raisons peuvent être en cause¹⁴.

G.4 Équipement

G.4.1 Liste de l'équipement

L'équipement suivant est requis :

- un système de ventilateur d'essai;
- des trous de dimension connue.

G.4.2 Trous de dimension connue

Il convient de noter les points suivants pour pratiquer des trous de dimension connue :

- Les trous de dimension connue doivent être des trous circulaires ou rectangulaires pratiqués dans un matériau rigide. Si des trous rectangulaires sont percés, leur rapport de forme (rapport entre la largeur et la hauteur) doit être inférieur à cinq.
- Les bords doivent être coupés à un angle de 90° par rapport à la surface du matériau rigide et doivent être le plus nets possible.
- Le centre du trou doit se situer à au moins 1,5 fois le diamètre du trou (ou de la longueur dans le cas des trous rectangulaires) par rapport au bord des murs, des plafonds, des encadrements de portes et fenêtres, et des autres saillies qui pourraient perturber le débit d'air.
- L'épaisseur du matériau doit être inférieure à $0,02 \times$ le diamètre du trou. Par exemple, un trou d'un diamètre de 25 cm doit être coupé dans un matériau d'une épaisseur maximale de 0,5 cm.
- La forme et la fabrication du matériau doivent permettre de le placer de façon étanche dans l'enveloppe de l'espace soumis à l'essai. Par exemple, une feuille de plastique rigide comportant un trou circulaire peut être montée au-dessus de l'équipement de dépressurisation du ventilateur et fixée à l'entrée de porte au moyen de ruban. Autrement, une feuille de plastique ou un morceau de carton peut être placé sur l'ouverture d'une fenêtre et fixé à la boiserie de la fenêtre au moyen de ruban.
- Il est préférable de prévoir plusieurs trous de manière à ce qu'il soit possible de varier facilement la dimension totale des trous de sorte à créer une plage de *SFE*. Une feuille ayant un petit diamètre peut être montée sur la feuille ayant le trou de diamètre plus grand. Autrement, plusieurs trous de dimension similaire peuvent être pratiqués à différents endroits sur la même feuille, puis bouchés ou non selon les besoins. Si plusieurs trous sont pratiqués dans une seule feuille, la distance minimale entre les centres de n'importe quelle paire de trous utilisés en même temps doit être trois fois supérieure au diamètre ou à la longueur du trou le plus grand.
- En dernier lieu, pour rapetisser la dimension d'un trou, il est possible de placer un morceau de carton, maintenu avec du ruban, sur une partie du trou.

¹⁴ L'effet du vent ou l'effet cheminée peut avoir une incidence sur l'exactitude de cette méthode. Un jet d'air passant dans un orifice et frappant contre l'entrée de l'infiltromètre peut entraîner des erreurs importantes. L'air évacué d'un infiltromètre frappant contre un trou ajouté peut également provoquer des erreurs importantes. Si le trou ajouté est trop petit, le pourcentage d'erreur peut être très grand.

G.5 Procédure de vérification de l'étalonnage du système

G.5.1 Vérification de l'appareil de mesure de la pression

L'appareil de mesure de la pression doit être vérifié en le branchant à un appareil de mesure de la pression neuf ou récemment étalonné ou, dans le cas des appareils à deux canaux, en raccordant les deux canaux ensemble. La pression induite en raccordant simplement le tube à l'appareil est généralement suffisante pour obtenir une lecture se situant dans la plage normalement utilisée pour les essais d'étanchéité à l'air. Il faut faire attention à ne pas dépasser la limite de pression de l'appareil. Les lectures de pression doivent se situer à 2 % ou moins l'une de l'autre.

Si l'appareil de mesure de la pression échoue cette vérification, il doit être vérifié ou étalonné correctement.

G.5.2 Choix des conditions d'essai

- a) Choisir un moment où il n'y a pas de vent.
- b) Choisir une salle ou un bâtiment étanche, dont la SFE est inférieure à la plage qui serait généralement rencontrée dans des essais futurs sur le terrain. Opter pour un espace le plus étanche possible : il est beaucoup plus facile d'ajouter des trous que de tenter d'étanchéifier l'espace.
- c) Préparer la salle ou le bâtiment selon le montage avec les ouvertures intentionnelles scellées. Dans la mesure du possible, éliminer, à l'aide de ruban, les surfaces de fuite qui pourraient s'ouvrir ou changer en raison de la dépressurisation (p. ex. registres, fenêtres mal fermées et portes).
- d) Monter le système de ventilateur d'essai dans une porte conformément à la présente norme. Veiller à ce que l'espace vers l'extérieur ne soit aucunement obstrué sur au moins un mètre autour de l'ouverture du ventilateur d'essai.
- e) S'assurer que les systèmes de CVCA (chauffage, ventilation et conditionnement de l'air) ne sont pas en marche, et que les conduits menant aux espaces adjacents sont complètement scellés.
- f) Installer les trous de dimension connue, puis les sceller temporairement.

G.5.3 Consignation des dimensions des trous

Consigner toutes les mesures et les dimensions des trous dans un formulaire de consignation, similaire à celui montré en G.7, où l'aire du premier et du deuxième trou est représentée respectivement par A_1 et A_2 .

G.5.4 SFE initiale

Mesurer la SFE initiale de la salle ou du bâtiment, SFE_S . Utiliser un essai multipoint ou un essai à deux points, en privilégiant la méthode la plus fréquemment utilisée par l'utilisateur de l'équipement.

G.5.5 Mesure avec le premier trou

Enlever le scellage d'un ou de plusieurs trous de dimension connue de manière à accroître la SFE de la salle d'un pourcentage environ équivalent à la différence entre la SFE_S et la SFE la plus étanche escomptée dans les conditions sur le terrain. Une augmentation minimale de la SFE de 50 % ou de 500 cm², selon l'augmentation la plus élevée des deux, est recommandée.

Mesurer la combinaison de la SFE de la salle et du premier ensemble de trous de dimensions connues, puis consigner cette valeur sous la variante SFE_1 .

G.5.6 Mesure avec le deuxième trou

Enlever le scellage d'un nombre supplémentaire de trous de dimension connue environ équivalent au premier ensemble de trous de dimensions connues. Il peut s'agir de trous supplémentaires ou d'un nouveau trou plus large, selon l'option la plus facile, tant que l'aire combinée des trous est connue.

Mesurer à nouveau la *SFE* et consigner cette valeur sous la variante *SFE*₂.

G.5.7 Calculs

Calculer le % d'erreur de chaque essai comme suit :

Équation 68

$$\% \text{ erreur}_1 = \frac{SFE_1 - SFE_s}{A_1} \times 100$$

Équation 69

$$\% \text{ erreur}_2 = \frac{SFE_2 - SFE_s}{A_1 + A_2} \times 100$$

Où

- *% erreur*₁ correspond à l'erreur, exprimée en pourcentage, entre le changement dans l'aire de la *SFE* soumise à l'essai et le premier trou;
- *% erreur*₂ correspond à l'erreur, exprimée en pourcentage, entre le changement dans l'aire de la *SFE* soumise à l'essai et la somme du premier et du deuxième trou;
- *SFE*_s correspond à la *SFE* initiale soumise à l'essai, exprimée en cm², sans aucun trou de dimension connue ouvert;
- *SFE*₁ correspond à la *SFE* soumise à l'essai, exprimée en cm², avec le premier trou ouvert;
- *SFE*₂ correspond à la *SFE* soumise à l'essai, exprimée en cm², avec les premier et deuxième trous ouverts;
- *A*₁ correspond à l'aire, exprimée en cm², du premier trou de dimension connue;
- *A*₂ correspond à l'aire, exprimée en cm², du deuxième trou de dimension connue.

Note 1 : Ces procédures supposent qu'un deuxième trou est ajouté en plus du premier trou pour le deuxième essai. Il est également possible de remplacer le trou par un trou plus grand; dans ce cas, l'équation 69 doit être revue pour indiquer uniquement l'aire du deuxième trou dans le dénominateur.

Note 2 : Ces procédures décrivent uniquement deux essais, mais il est tout de même possible d'ajouter des trous et de réaliser des essais supplémentaires.

G.6 Interprétation des résultats

G.6.1 Résultats

Les valeurs des erreurs de pourcentage consignées dans cette procédure sont une combinaison de l'erreur attribuable à l'équipement, de l'erreur attribuable à la méthode et de l'erreur attribuable à l'utilisateur. Les pourcentages d'erreur supérieurs à 12 % indiquent qu'il y a des problèmes et doivent faire l'objet d'un examen. Cet examen doit viser à éliminer les diverses possibilités, en essayant différents utilisateurs, différents composants

d'équipement et différentes dimensions de trou, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la source de l'erreur soit isolée. Si l'erreur est causée par une défaillance de l'équipement de dépressurisation du ventilateur, le système doit être révisé et, au besoin, l'élément de débit doit être étalonné de nouveau.

G.7 Exemple de rapport de vérification de l'étalonnage d'un système

Date de la vérification (AAAA-MM-JJ)	
Lieu de la vérification	
Marque et modèle de l'équipement	
Identification de l'équipement (p. ex. numéro de série)	
Propriétaire de l'équipement	
Personne ou entreprise responsable de la vérification	

Type d'essai réalisé : Multipoint À deux points À un seul point

Propriétés	Essai du trou ₁	Essai du trou ₂
<i>SFE</i> de la salle ou du bâtiment avec trous scellés, <i>SFE_s</i> , cm ²	<i>SFE_s</i> =	
Dimension connue du trou à ouvrir, cm ²	<i>A</i> ₁ =	<i>A</i> ₁ + <i>A</i> ₁ =
<i>SFE</i> de la salle ou du bâtiment avec trou ouvert, cm ²	<i>SFE</i> ₁ =	<i>SFE</i> ₂ =
Pourcentage d'erreur obtenu à l'équation 68 et à l'équation 69, %		

Signature du vérificateur : _____

Adresse : _____

Adresse courriel : _____

N° de téléphone : _____

Annexe H (informative)

Métadonnées de la norme

Ces renseignements servent aux balises HTML accessibles sur les lecteurs électroniques. Voir également le tableau 2 pour les symboles et sigles.

Sigle	Signification du sigle
ANSI	American National Standards Institute
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASME	The American Society of Mechanical Engineers
ASTM	ASTM International, anciennement connu sous le nom de American Society for Testing and Materials
ASTM STP	Désignation de la publication STP1067 d'ASTM International
CAN/CGSB	Norme nationale du Canada/Office des normes générales du Canada
CGSB	Office des normes générales du Canada
É.-U.	États-Unis d'Amérique
GA	Géorgie
ICS	Classification internationale pour les normes
IHS	IHS Marketing, nom d'entreprise
ISBN	Numéro international normalisé du livre
ISDE	Innovation, Sciences et Développement économique Canada
MB	Manitoba
MEN	Méthode d'essai normalisée
N.-E.	nord-est
N.-É.	Nouvelle-Écosse
p.	pages
p. ex.	par exemple
PA	Pennsylvanie
Pa	Pascal
RNCAN	Ressources naturelles Canada

S.-E.	sud-est
Images	Explication
Drapeau du Canada	Drapeau rouge et blanc du Canada, protégé par une marque de commerce, indiquant que la norme est une publication du gouvernement du Canada
Logo de l'ONGC	Logo protégé par une marque de commerce comportant des lettres stylisées noires de l'Office des normes générales du Canada
Logo du CCN	Logo protégé par une marque de commerce comportant la lettre stylisée S de couleur noire et les mots Standard of Canada Standards Council Conseil canadien des normes
Logo du gouvernement du Canada	Logo protégé par une marque de commerce du gouvernement du Canada comportant les lettres noires stylisées Canada et un petit drapeau du Canada en rouge et blanc
Logo élargi de l'ONGC	Logo protégé par une marque de commerce comprenant des lettres vertes stylisées indiquant Canada General Standards Board Office des normes générales du Canada et la phrase Experience and excellence / Expérience et excellence
Symbole NNC CCN	Cercle bleu, protégé par une marque de commerce, comportant un « S » blanc stylisé au centre et les mots National Standard of Canada Standards Council Conseil canadien des normes Norme nationale du Canada
Figure 1 Dégagements pour le système de ventilateur d'essai	Schéma montrant les dégagements requis à l'avant de la prise d'air du ventilateur d'essai
Figure 2 Disposition générale du système de ventilateur d'essai	Schéma montrant la disposition du ventilateur d'essai et de l'appareil de mesure de la pression
Figure 3 Courbe linéaire des données	Graphique d'exemples de données de la pression et du débit représentées sur les axes linéaires.
Figure 4 Courbe logarithmique des données	Graphique montrant les mêmes données qu'à la figure 3, mais sur les axes logarithmiques
G.3.1 Essai A	Schéma du montage pour l'essai A avec un ventilateur d'essai et deux zones
G.3.1 Essai B	Schéma du montage pour l'essai B avec un ventilateur d'essai et deux zones
G.6.1 Essai A	Schéma du montage pour l'essai A avec un ventilateur d'essai et trois zones
G.6.1 Essai B	Schéma du montage pour l'essai B avec un ventilateur d'essai et trois zones
G.6.1 Essai C	Schéma du montage pour l'essai C avec un ventilateur d'essai et trois zones
G.7.1 Essai A	Schéma du montage pour l'essai A avec deux ventilateurs d'essai et trois zones
G.7.1 Essai B	Schéma du montage pour l'essai B avec deux ventilateurs d'essai et trois zones

Bibliographie

ANSI/ASME. *Measurement Uncertainty – Instruments and Apparatus*, ANSI/ASME PTC 19.1-1985, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1986.

ASTM STP 1067 (1990). *The Effects of Wind on Residential Building Leakage Measurements*, in Sherman, M.H. Ed, *Air Change Rate and Airtightness in Buildings*, p. 132-145, Modera, M.P., Wilson, D.J.,

DePani, Sebastiano (1999). *A study on single blower door methods for multifamily buildings in Montreal*. Masters thesis, Concordia University.

Sherman, M. and Palmiter, L. *Uncertainties in Fan Pressurization Measurements*. Mark P. Modera and Andrew K. Persily, Eds., *Airflow Performance of Building Envelopes, Components and Systems*. ASTM STP 1255, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, p. 266-283, 1995.

Schenck, H. *Theories of Experimental Experimentation*. McGraw-Hill, New York, p. 33, 1961.