



Réduction des fuites d'air dans les tours d'habitation

La SCHL aide les Canadiens à répondre à leurs besoins en matière de logement.

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) aide les Canadiens à répondre à leurs besoins en matière de logement depuis plus de 70 ans. En tant qu'autorité en matière d'habitation au Canada, elle contribue à la stabilité du marché de l'habitation et du système financier, elle vient en aide aux Canadiens dans le besoin et elle fournit des résultats de recherches et des conseils impartiaux aux gouvernements, aux consommateurs et au secteur de l'habitation du pays. La SCHL exerce ses activités en s'appuyant sur trois principes fondamentaux : gestion prudente des risques, solide gouvernance d'entreprise et transparence.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires, veuillez consulter le site Web de la SCHL à www.schl.ca ou suivez-nous sur **Twitter**, **LinkedIn**, **Facebook** et **YouTube**.

Vous pouvez aussi communiquer avec nous par téléphone, au 1-800-668-2642, ou par télécopieur, au 1-800-245-9274. De l'extérieur du Canada : 613-748-2003 (téléphone); 613-748-2016 (télécopieur).

La Société canadienne d'hypothèques et de logement souscrit à la politique du gouvernement fédéral sur l'accès des personnes handicapées à l'information. Si vous désirez obtenir la présente publication sur des supports de substitution, composez le 1-800-668-2642.

Réduction des fuites d'air dans les tours d'habitation

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT

MARS 2017

La SCHL offre de nombreux renseignements relatifs à l'habitation. Pour obtenir des précisions, composez le 1-800-668-2642 ou consultez son site Web au www.schl.ca

This publication is also available in English under the title: Air Leakage Control for Multi-Unit Residential Buildings, March 2017, 65847

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Réduction des fuites d'air dans les tours d'habitation.

Publié aussi en anglais sous le titre : Air Leakage Control for Multi-Unit Residential Buildings.

ISBN 978-0-662-07828-9

N° de cat. : NH15-434/2007F

1. Habitations ----Isolation--Guides, manuels, etc.
2. Habitations --- Économies d'énergie --Guides, manuels, etc.
3. Immeubles d'habitation en hauteur—Entretien et réparations--Guides, manuels, etc.
- I. Société canadienne d'hypothèques et de logement.

TH1715.A5714 2007

693.8'32

C2007-980281-8

© 2007 Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Le présent document ou toute partie distincte de ce dernier (comme un chapitre ou une section) peut être reproduit afin d'être redistribué, sans l'autorisation du détenteur du droit d'auteur si aucun changement (y compris la traduction) n'est apporté au texte, si la totalité du document ou de la partie distincte est reproduite, si l'avis de droit d'auteur est compris dans son intégralité dans toutes les copies du document ou de la partie distincte et si aucune partie du document ni le nom ou le logo du détenteur du droit d'auteur ne sont utilisés afin d'appuyer ou de promouvoir un produit ou un service. Pour utiliser le présent document autrement qu'à des fins de reproduction ou de référence générale, comme décrit ci-dessus, veuillez communiquer avec le Centre canadien de documentation sur l'habitation (CCDH) à chic@schl.ca, 613-748-2367 ou 1-800-668-2642. Pour obtenir une autorisation, veuillez fournir au CCDH les informations suivantes : titre de la publication, année et date de diffusion.

Révisé : 2010, 2017

Imprimé au Canada

Réalisation : SCHL

Remerciements

La Société canadienne d'hypothèques et de logement tient à remercier les personnes suivantes d'avoir enrichi ce guide de leurs connaissances :

Innes Hood, The Sheltair Group

Garcia Zunino Architects Inc.

Robert Dumont, Ph.D., Saskatchewan Research Council

Bert Philips, UNIES Limited

Tony Woods, CAN AM Building Envelope Specialists

L'information contenue dans la présente publication correspond aux résultats des recherches auxquels la SCHL a actuellement accès. Il revient au lecteur d'évaluer avec discernement les renseignements, matériaux et techniques présentés ainsi que de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné pour déterminer s'ils conviennent à ses besoins. Comme le texte vise uniquement à fournir de l'information de nature générale, il est essentiel de prendre aussi en considération les caractéristiques de chaque projet et emplacement, tels le climat, le coût, les critères esthétiques, les propriétés pratiques et utilitaires de même que le respect des codes et normes du bâtiment en vigueur. Le lecteur assume la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. La SCHL se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation, par le lecteur, des renseignements, des matériaux et des techniques décrits dans le présent document.

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Guide pratique à l'intention des propriétaires d'immeubles et des gestionnaires immobiliers	2
2	Avantages de la réduction des fuites d'air	3
2.1	Consommation énergétique du bâtiment	4
2.2	Durabilité de l'enveloppe du bâtiment	4
2.3	Santé, confort et sécurité des occupants	5
2.4	Performance des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation	6
3	Principes sous-jacents aux fuites d'air	7
	Facteurs à l'origine des fuites d'air	7
3.1	Les « forces »	7
3.2	Voies habituelles de passage de l'air : les « ouvertures »	8
4	Élaboration d'un plan de réduction des fuites d'air	11
4.1	Étape 1 : évaluer et définir les possibilités de réduction des fuites d'air	12
4.2	Étape 2 : prioriser les travaux de réduction des fuites d'air	20
4.3	Étape 3 : cerner les obstacles à la réduction des fuites d'air	21
4.4	Étape 4 : choisir les matériaux	23
4.5	Étape 5 : réaliser les travaux d'étanchéisation à l'air	32
4.5.1	Travaux d'étanchéisation dans le bas de l'immeuble	32
4.5.2	Travaux d'étanchéisation dans le haut de l'immeuble	35
4.5.3	Étanchéisation à l'air des murs extérieurs du bâtiment	39
4.5.4	Étanchéisation à l'air des planchers et des murs intérieurs	43
5	Annexe A – Ressources sur la réduction des fuites d'air	46
6	Annexe B – Références	47
7	Annexe C – Liste de vérification pour la réduction des fuites d'air	49

Figures

Figure 1-1	Fuites d'air dans une tour d'habitation	3
Figure 2-1	Pertes de chaleur dans une tour d'habitation, par élément	4
Figure 2-2	Fuites d'air et durabilité de l'enveloppe	4
Figure 3-1	Pression du vent, effet de tirage et pression mécanique	8
Figure 4-1	Système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'extérieur	13
Figure 4-2	Système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'intérieur	13
Figure 4-3	Système de protection contre les fuites d'air inaccessible	14
Figure 4-4	Ignifugation et calfeutrage des pénétrations	16
Figure 4-5	Infiltromètre à deux ventilateurs; cet appareil convient à la plupart des immeubles de petite et de moyenne taille	16
Figure 4-6	Images dans le spectre infrarouge et visible d'un mur extérieur	19
Figure 4-7	Mur à ossature de bois avec linteau en acier	19
Figure 4-8	Mousses à pulvériser	24
Figure 4-9	Conception de joints à calfeutrer	26
Figure 4-10	Étapes habituelles de réalisation des joints de calfeutrage	26
Figure 4-11	Profils de coupe-froid	27
Figure 4-12	Porte ouvrant vers l'extérieur, dotée d'un coupe-froid à brosses sur le bas de porte et d'un coupe-froid sur l'arrêt de porte	27
Figure 4-13	Emplacements possibles des coupe-froid	27
Figure 4-14	Points de pénétration de plomberie	32
Figure 4-15	Points de pénétration de plomberie dans le mur d'un garage	33
Figure 4-16	Calfeutrage des canalisations	33
Figure 4-17	Calfeutrage des conduits	34
Figure 4-18	Calfeutrage autour des câbles d'ascenseur	35
Figure 4-19	Calfeutrage autour des câbles	35
Figure 4-20	Calfeutrage de la jonction des murs et de la toiture	36
Figure 4-21	Calfeutrage des points de pénétration dans le toit	37
Figure 4-22	Équipement posé sur bordures	38
Figure 4-23	Calfeutrage des montants de portes en métal	38
Figure 4-24	Calfeutrage d'une fenêtre	39
Figure 4-25	Calfeutrage d'un soffite chauffé	40
Figure 4-26	Calfeutrage des points de pénétration des fenêtres basculantes	41
Figure 4-27	Calfeutrage des points de pénétration d'une prise de courant	42
Figure 4-28	Calfeutrage des registres	43
Figure 4-29	Calfeutrage des canalisations et des conduits à l'intérieur d'une gaine technique	43
Figure 4-30	Pénétration type dans un plancher	45
Figure 4-31	Calfeutrage des pénétrations de plomberie	45

1 Introduction



Le présent guide présente aux entrepreneurs en calfeutrage des façons de réduire les fuites d'air dans les tours d'habitation existantes. Il leur explique où, comment et pourquoi l'air s'échappe de ces immeubles, afin que leurs interventions réduisent efficacement les fuites d'air.

Le guide peut également aider les gestionnaires et les propriétaires d'immeubles à déceler des problèmes liés aux fuites d'air et à retenir les services d'un entrepreneur en calfeutrage.

Les tours d'habitation se distinguent d'autres types de grands immeubles par leur conception, leur construction et leur exploitation, par exemple :

- Selon la structure de propriété du bâtiment, il est parfois difficile d'accéder à l'enveloppe du bâtiment pour réaliser des travaux d'étanchéisation. Ainsi, dans des immeubles en copropriété divise, certains propriétaires refuseront peut-être de donner accès à leur appartement pour réaliser de tels travaux.
- Dans les tours d'habitation, la volonté de réaliser les travaux d'étanchéisation, l'envergure des travaux et les budgets qui y sont consacrés dépendent souvent de qui paie les factures de chauffage.
- En général, les stratégies qui président à la conception des systèmes mécaniques des tours d'habitation tirent parti de ventilateurs d'extraction de salles de bains ou de cuisines et de systèmes d'alimentation en air des corridors centraux relativement simples. Les infiltrations involontaires peuvent nuire considérablement au rendement de ces systèmes.
- Dans les tours d'habitation, il faut parfois composer avec de fortes charges d'humidité et des attentes très variables d'un occupant à l'autre relativement à ce qui constitue une zone de confort.

Qu'est-ce que « l'enveloppe du bâtiment »?

L'enveloppe est l'organe qui sépare l'intérieur de l'extérieur d'un bâtiment. Elle comprend le toit, les murs, les fenêtres, les portes et les fondations. Le rez-de-chaussée peut parfois faire partie de l'enveloppe quand il est situé au-dessus de garages ou de passages couverts.



- La plupart des tours d'habitation sont dotées de fenêtres qui peuvent être ouvertes par les locataires. L'ouverture d'une fenêtre dans un tel immeuble peut radicalement changer l'équilibre de la pression exercée sur l'enveloppe du bâtiment et, par conséquent, l'ampleur des fuites d'air. Ce phénomène touche l'ensemble de l'enveloppe, et non seulement celle qui jouxte la fenêtre en question.

Le présent guide n'a qu'une portée générale et ne vise pas à se substituer aux conseils que peuvent fournir des professionnels sur un site en particulier. Avant d'entreprendre des travaux d'étanchéisation à l'air qui seraient fondés sur les informations renfermées dans le guide, il faut toujours faire vérifier par des personnes de métier si ces informations sont pertinentes dans les conditions particulières auxquelles est soumis le bâtiment.

Même si les stratégies et mesures de réduction des fuites d'air présentées ici s'adressent aux tours d'habitation, certaines conviennent également aux immeubles d'appartements de faible hauteur à ossature de bois.

1.1 GUIDE PRATIQUE À L'INTENTION DES PROPRIÉTAIRES D'IMMEUBLES ET DES GESTIONNAIRES IMMOBILIERS

Bien qu'il s'adresse principalement aux entrepreneurs en calfeutrage, le présent guide propose aussi certains conseils pratiques qui visent spécifiquement les propriétaires d'immeubles et les gestionnaires immobiliers.

Si vous savez ou pensez que votre immeuble dans son ensemble a des problèmes de fuites d'air, les informations contenues dans le présent guide devraient en général s'appliquer. Si le problème semble confiné à quelques endroits précis du bâtiment (où apparaissent quelques taches humides ou de la moisissure), il pourrait être préférable de faire appel à une firme d'ingénieurs ou d'architectes spécialisée en enveloppe du bâtiment avant d'entreprendre des réparations.

Le présent guide explique comment détecter et calfeutrer adéquatement la plupart des types de fuites d'air dans les tours d'habitation. Cependant, aucun bâtiment n'aura de fuites à tous les endroits indiqués dans ce guide; aussi faut-il faire appel à des techniques de diagnostic, qui seront également traitées dans le guide, pour les localiser et les classer par ordre de priorité. En effet, calfeutrer des « trous » qui ne laissent pas passer d'air est une perte de temps et d'argent.

Certaines organisations gouvernementales et compagnies de services publics proposent des programmes d'efficacité énergétique visant à aider les propriétaires d'immeubles commerciaux, comme les tours d'habitation, à effectuer des travaux de modernisation pour réduire les fuites d'air. Ces programmes peuvent offrir une aide financière directe pour les travaux comme tels ou pour les tests d'infiltrométrie et les diagnostics d'étanchéité à l'air.

Avant de choisir un entrepreneur en calfeutrage, posez-vous les questions suivantes :

- Quelle est la formation et l'expérience de l'entrepreneur pour un immeuble semblable au vôtre?
- L'entrepreneur a-t-il de l'expérience dans les types d'assemblages que l'on retrouve dans votre immeuble (par exemple ossature de bois, maçonnerie ou structure en acier)?
- Quelles méthodes diagnostiques l'entrepreneur utilise-t-il pour détecter les fuites d'air (inspections visuelles, tests d'infiltrométrie pour pressuriser ou dépressuriser le bâtiment, thermographie infrarouge, etc.)?
- L'entrepreneur a-t-il déjà travaillé dans un immeuble occupé?

2 Avantages de la réduction des fuites d'air



La plupart des tours d'habitation souffrent de nombreuses fuites d'air. L'air a tendance à entrer dans le bâtiment, à en sortir et à en traverser l'enveloppe relativement facilement. La figure 1-1 illustre les parcours habituels des déplacements d'air dans les tours d'habitation. Il y a plusieurs avantages, pour le bâtiment et ses occupants, à réduire le nombre de fuites d'air :

- diminution des coûts énergétiques, surtout pour le chauffage et la climatisation;
- augmentation de la longévité du bâtiment et diminution à long terme des coûts d'entretien;
- accroissement du confort des occupants;
- amélioration du rendement des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC).

Chacun de ces points sera abordé plus en détail ci-dessous.

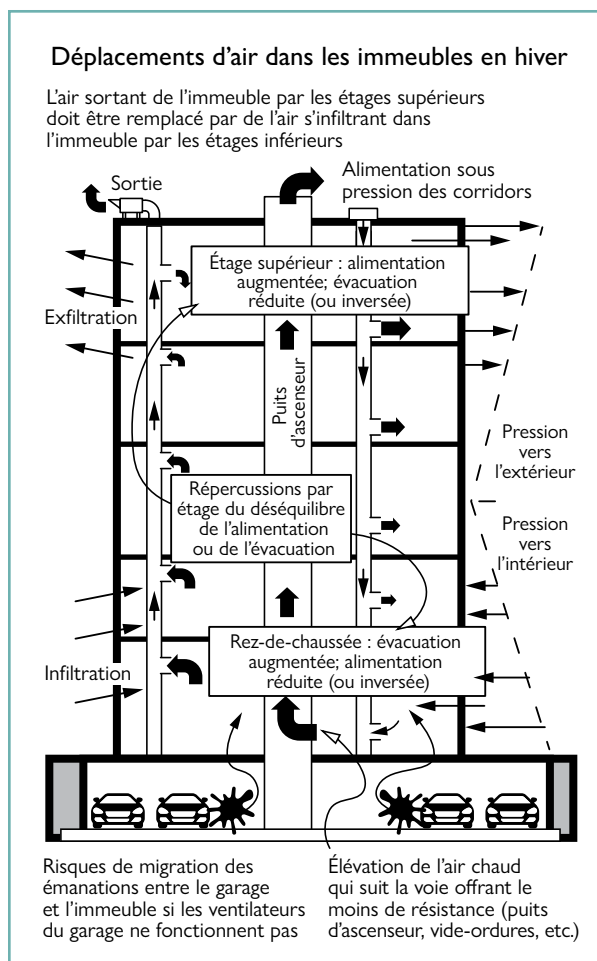


Figure 1-1 Fuites d'air dans une tour d'habitation

2.1 CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

Les fuites d'air ont des répercussions tangibles sur les coûts de chauffage et de climatisation ainsi que sur la demande énergétique de pointe. La répartition des causes des pertes de chaleur dans les tours d'habitation qui est présentée à la figure 2-1 montre que les fuites d'air font perdre jusqu'à 25 % de l'énergie utilisée pour le chauffage des locaux.

Durant les conditions hivernales prévues à la conception, les fuites d'air peuvent représenter jusqu'à 40 % de la charge de chauffage de pointe des locaux. Les fuites d'air augmentent considérablement les coûts rattachés à la demande d'électricité dans les immeubles chauffés de cette manière, étant donné qu'elles se produisent pendant les périodes les plus froides de l'année. Dans les immeubles climatisés, les fuites d'air sont responsables d'un accroissement considérable des coûts de climatisation et de ceux qui sont rattachés à la demande d'électricité de pointe. Elles rendent difficile le maintien de conditions confortables à l'intérieur.

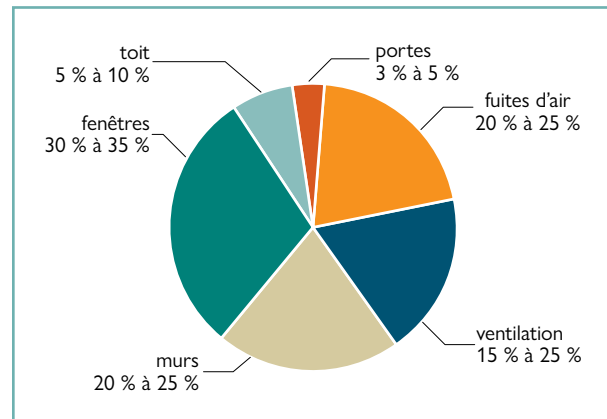


Figure 2-1 Pertes de chaleur dans une tour d'habitation, par élément

2.2 DURABILITÉ DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Les fuites d'air laissent passer l'humidité à travers l'enveloppe (toit, murs, fenêtres, portes et fondations), que ce soit vers l'intérieur ou vers l'extérieur. L'hiver, l'air intérieur chargé d'humidité a tendance à s'échapper par les étages supérieurs. Quand l'humidité contenue dans l'air entre en contact avec une surface froide située à la surface ou à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment, elle peut se condenser et mouiller les matériaux avoisinants (figure 2-2).

L'humidité emportée par les fuites d'air peut corroder des attaches, des poteaux d'acier et des éléments porteurs, endommager le revêtement des murs extérieurs (brique, stucco, béton), mouiller l'isolant thermique (réduire ainsi sa valeur R), endommager les revêtements de finition et les matériaux utilisés pour les plaques de plâtre intérieures et le revêtement extérieur.

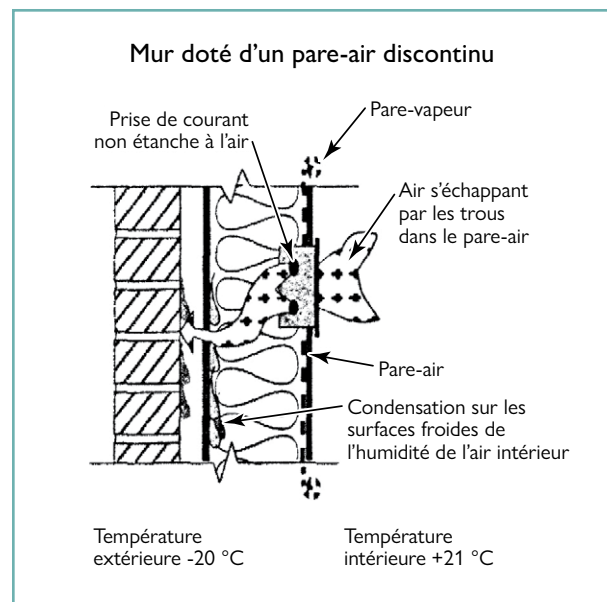


Figure 2-2 Fuites d'air et durabilité de l'enveloppe

Ces problèmes d'humidité associés aux fuites d'air peuvent devenir si graves qu'il est parfois nécessaire de refaire complètement le revêtement de l'enveloppe, ce qui peut, dans une tour d'habitation moyenne, coûter plusieurs millions de dollars et perturber l'utilisation normale de l'immeuble.

2.3 SANTÉ, CONFORT ET SÉCURITÉ DES OCCUPANTS

L'humidité qui est transportée par les fuites d'air et qui se condense à l'intérieur ou à la surface de l'enveloppe du bâtiment peut créer des conditions propices à l'apparition de moisissures, ce qui peut causer des problèmes de santé aux occupants.

Les problèmes liés à l'humidité sont fortement corrélés au taux d'humidité relative qui règne dans l'immeuble en temps normal. Les immeubles où ce taux est élevé tendent à avoir plus de problèmes que les immeubles où le taux reste bas. Comme le taux d'humidité relative augmente avec le nombre d'occupants de l'immeuble, et comme les tours d'habitation ont généralement une forte densité d'occupants, ce type d'habitation est particulièrement sujet aux problèmes d'humidité.

Les fuites d'air peuvent aussi occasionner des courants d'air qui nuisent au confort des occupants. Durant l'hiver, l'air a tendance à s'infiltrer dans les bâtiments par les étages inférieurs du côté face au vent. Pour les occupants, ces infiltrations d'air se manifestent par des locaux traversés de courants d'air et des systèmes de chauffage qui ne suffisent pas à la tâche.

Même s'il peut sembler illogique d'étanchéiser un bâtiment dans le but d'en améliorer la qualité de l'air, la plupart des bâtiments présentent tellement de fuites d'air que la réduction des déplacements d'air incontrôlés et aléatoires peut effectivement améliorer la situation. En théorie, il serait possible d'étanchéiser un bâtiment au point de réduire exagérément l'échange d'air entre l'intérieur et l'extérieur, ce qui pourrait augmenter l'incidence de problèmes liés à la qualité de l'air intérieur. En réalité, ce risque est minime en raison des deux caractéristiques suivantes des tours d'habitation :

1. Elles sont dotées de fenêtres ouvrantes. Le fait de sceller des ouvertures non voulues dans l'enveloppe du bâtiment ne diminue en rien les possibilités de ventilation offertes par les fenêtres ouvrantes des appartements. Les travaux d'étanchéisation donnent en fait aux occupants davantage de maîtrise sur la ventilation des locaux qu'ils occupent en éliminant l'échange d'air qui se fait à leur insu.
2. Elles sont pour la plupart équipées de systèmes d'alimentation en air des corridors qui fonctionnent en permanence, et, généralement, de ventilateurs d'extraction dans les salles de bains et les cuisines. Les travaux d'étanchéisation favorisent un meilleur fonctionnement de ces systèmes tout en réduisant la ventilation aléatoire et incontrôlée.

Dans les tours d'habitation, les fuites d'air peuvent aussi occasionner des déplacements d'air considérables entre les appartements et les aires communes, qui auront pour effet de répandre des odeurs (de cuisson, de fumée de tabac, par exemple) d'un appartement à l'autre. De la même façon, les gaz d'échappement des véhicules garés au sous-sol et la fumée dégagée lors d'un incendie peuvent se propager dans l'immeuble.

Les ouvertures dans l'enveloppe extérieure du bâtiment et dans les murs de séparation intérieurs peuvent aussi constituer des voies d'accès pour les mouches, blattes, souris et autres organismes nuisibles. De plus, les parcours de fuites favorisent la propagation du bruit non seulement de l'extérieur vers l'intérieur, mais aussi entre les logements. Les années où les coûts de l'énergie étaient encore relativement abordables, les entrepreneurs en calfeutrage disaient qu'ils étaient appelés surtout pour remédier à des problèmes de courants d'air, de mouches, d'odeurs et de bruit.

2.4 PERFORMANCE DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE, DE VENTILATION ET DE CLIMATISATION

Systèmes de chauffage et de climatisation

Les travaux d'étanchéisation réduisent la charge que les fuites d'air imposent aux systèmes de chauffage et de climatisation et assurent un fonctionnement plus efficace des appareils de climatisation, ce qui améliore le confort des occupants. Des fuites d'air excessives peuvent nuire au rendement des systèmes de chauffage et de climatisation si ces derniers n'ont pas été conçus pour soutenir les charges imposées par les déplacements d'air constants et incontrôlés provenant de l'extérieur. Durant l'hiver, les fuites d'air peuvent provoquer le gel des conduites des systèmes de chauffage à eau chaude et du réseau d'alimentation en eau, et causer ainsi des dommages considérables dans les appartements adjacents.

Systèmes de ventilation

Les travaux d'étanchéisation peuvent améliorer le fonctionnement des systèmes de ventilation et leur permettre de remplir le rôle pour lequel ils sont conçus. Les fuites d'air peuvent nuire au rendement des systèmes d'alimentation en air des corridors en créant des déplacements d'air et des différences de pression de part et d'autre des cloisons intérieures, ce qui peut réduire l'apport d'air à chaque étage et, dans certains cas, inverser le déplacement d'air. Elles peuvent aussi empêcher les ventilateurs d'extraction des salles de bains et les hottes de cuisine de fonctionner correctement, surtout dans les appartements situés aux étages inférieurs du côté de l'immeuble qui fait face au vent. Les fuites d'air peuvent nuire au fonctionnement des systèmes de ventilation des garages et amener des odeurs et des émanations polluantes à se propager dans l'immeuble.

Les registres des conduits de ventilation sont l'une des principales sources de fuites d'air dans certains gros immeubles. Les registres mécaniques sont censés réduire ces fuites lorsqu'ils sont fermés, mais souvent, après des années d'usure et d'exposition aux éléments (ils sont souvent placés directement derrière les grilles extérieures des conduits), ils perdent de leur étanchéité. Les fuites par les registres peuvent être détectées au cours de l'inspection du bâtiment dans le cadre d'un test d'infiltrométrie (décrit à la section 4.1). Bien que la plupart des entrepreneurs en calfeutrage ne réparent pas les registres et que les services d'un entrepreneur spécialisé en appareils mécaniques puissent être nécessaires, les registres devraient faire partie de la stratégie d'élimination des fuites d'air.

En résumé, il est important de se rappeler que, même si les travaux d'étanchéisation visent surtout la réduction des pertes de chaleur, ils améliorent aussi le confort des occupants, préviennent les problèmes liés aux odeurs, la propagation de la vermine et la détérioration du bâtiment. Voilà des avantages que les entrepreneurs en calfeutrage peuvent faire valoir quand ils proposent des travaux d'étanchéisation aux propriétaires d'immeubles.



3 Principes sous-jacents aux fuites d'air



FACTEURS À L'ORIGINE DES FUITES D'AIR

Pour qu'il y ait une fuite d'air, il faut qu'il y ait présence d'une **force** (en l'occurrence une *différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur*) et d'une **ouverture** (c'est-à-dire une *voie que l'air peut emprunter*). Les tours d'habitation sont soumises à différentes forces qui leur sont imposées par le vent, l'effet de tirage et les systèmes mécaniques. Une bonne compréhension de la nature des « forces motrices » responsables des fuites d'air permet de trouver plus facilement l'origine des fuites et d'y remédier.

3.1 LES « FORCES »

Le vent. La figure 3-1 montre comment les forces exercées par le vent agissent sur un bâtiment. Elles forment une différence de pression positive du côté exposé au vent et une différence de pression négative du côté opposé au vent. Par conséquent (et en l'absence d'autres forces), l'air s'infiltre dans l'immeuble du côté exposé au vent et s'exfiltre de l'autre côté. Ce phénomène peut créer un flux d'air horizontal à travers l'immeuble allant du côté exposé au vent vers le côté opposé. L'action du vent est la plus puissante des trois forces à l'origine des fuites d'air, mais aussi la plus intermittente. La magnitude des forces exercées par le vent dépend de la vitesse du vent, de la hauteur de l'immeuble (puisque la vitesse du vent tend à augmenter avec l'altitude) et de l'abri procuré par les immeubles et la végétation adjacents.

L'effet de tirage. La figure 3-1 montre que, durant la saison de chauffage, une tour d'habitation agit comme une cheminée : l'air froid s'infiltre par le bas de l'immeuble et s'exfiltre par le haut. L'air qui s'infiltre dans l'immeuble se réchauffe et s'humidifie, pour ensuite monter à travers la structure jusqu'à ce qu'il trouve une ouverture pour s'y exfiltrer. L'effet de tirage dépend de la hauteur de l'immeuble (plus celui-ci est haut, plus l'effet est important) et de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.



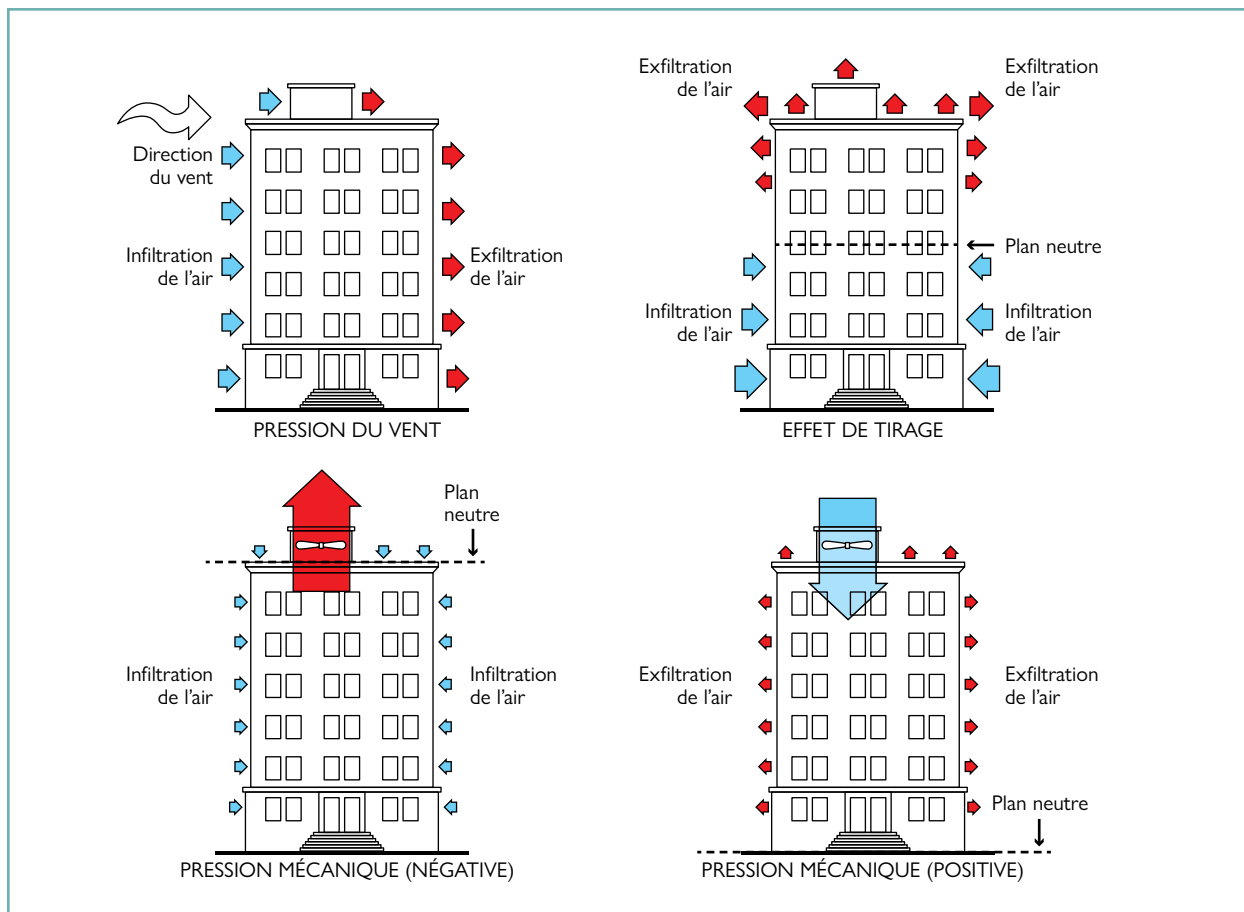


Figure 3-1 Pression du vent, effet de tirage et pression mécanique

La pression mécanique. Les systèmes mécaniques peuvent aussi exercer une différence de pression sur l'enveloppe du bâtiment. Les ventilateurs d'extraction, comme les ventilateurs de salle de bains, les hottes de cuisinière, les sècheuses, les ventilateurs du local technique, les systèmes de ventilation des appareils à combustion, dépressurisent l'immeuble. Les ventilateurs qui alimentent l'immeuble en air, comme les systèmes de pressurisation des corridors, engendrent une pression positive dans la structure. En règle générale, la différence de pression exercée sur l'enveloppe par les systèmes mécaniques correspond au flux d'air net (la différence entre le débit d'air entrant et sortant) produit par ces systèmes.

3.2 VOIES HABITUELLES DE PASSAGE DE L'AIR : LES « OUVERTURES »

Les points de l'enveloppe du bâtiment qui peuvent présenter des fuites d'air sont nombreux, mais on peut les regrouper en trois catégories :

- **les joints** – les endroits où des éléments se rejoignent dans le même plan géométrique; par exemple le joint entre des panneaux muraux ou entre une fenêtre et un mur;
- **les jonctions** – les endroits où des éléments se rejoignent dans des plans géométriques différents; par exemple l'intersection entre un mur et la toiture ou entre un mur et le plancher;
- **les pénétrations** – les endroits où des éléments, comme des conduits, des câbles électriques ou d'autres éléments techniques, pénètrent dans l'enveloppe du bâtiment.

Le tableau ci-dessous dresse la liste sommaire des endroits où l'on retrouve le plus fréquemment des fuites d'air dans une tour d'habitation. Une liste plus complète est fournie à l'annexe C. Cela dit, il ne faut jamais perdre de vue que tous les bâtiments sont différents. L'élaboration d'une bonne stratégie de réduction des fuites d'air nécessite un examen minutieux de chaque immeuble individuellement. Certaines fuites peuvent être détectées par une inspection visuelle minutieuse, mais d'autres ne sont détectables qu'en dépressurant (ou en pressurant) l'immeuble.

La plupart des stratégies de réduction des fuites d'air misent sur l'étanchéisation de l'enveloppe du bâtiment. Il peut toutefois être avantageux d'étanchéiser des parties du bâtiment par l'intérieur pour limiter les déplacements d'air entre les différentes zones. L'étanchéisation des cloisons et d'autres surfaces intérieures réduit le débit global d'exfiltration du bâtiment, puisque l'air qui s'infiltré dans le bâtiment doit passer à travers la structure avant de ressortir. Ainsi, un intérieur plus étanche ralentit ce déplacement d'air. Cela améliore également la sécurité en cas d'émanations de fumée ou d'incendie.

Si l'immeuble dispose d'un garage souterrain, toute ouverture dans le plancher séparant le rez-de-chaussée et le garage doit être localisée et scellée. Les murs qui séparent le garage du noyau du bâtiment (qui comprend habituellement l'ascenseur, les cages d'escalier, les locaux d'entreposage et les vestibules) doivent également être inspectés. Si l'immeuble possède une piscine intérieure, toutes les surfaces qui séparent la salle de la piscine du reste du bâtiment doivent être inspectées minutieusement, car l'humidité relative qui règne dans cet espace est généralement beaucoup plus élevée que dans le reste du bâtiment.

Tableau 3-1 Lieux où les fuites d'air surviennent le plus souvent dans les tours d'habitation

Bas de l'immeuble	Murs extérieurs
• Interface garage-immeuble (murs, plafonds, planchers, portes) • Soffites sous les éléments surplombants • Pénétration d'éléments techniques dans les murs et le plancher du noyau entre le garage et le rez-de-chaussée (câbles, plomberie, conduits, porte de garage, portes d'accès au garage) • Points de pénétration souterrains d'éléments techniques provenant d'immeubles adjacents	• Fenêtres (fenêtre elle-même et bâti d'attente) • Portes • Joints entre les différents matériaux et les éléments de l'enveloppe • Portes escamotables en plafond et portes de garage • Registres antirefoulement et aérateurs • Manchons pour appareils de CVC traversant les murs • Pénétrations du matériel électrique (plinthes chauffantes, interrupteurs, prises de courant, luminaires muraux extérieurs, prises de courant extérieures, etc.) • Pénétrations de plomberie (robinets extérieurs) • Pénétrations de conduits
Haut de l'immeuble	Murs de séparation intérieurs
• Cabines de machinerie • Pénétration des câbles électriques, des canalisations de plomberie et des conduits dans le toit • Parapets • Pénétrations du matériel de CVC et des canalisations de plomberie dans le toit, puits du vide-ordures • Portes des cages d'escalier et portes d'accès au toit • Trappes d'accès dans les cages d'escalier et les constructions hors toit • Jonction des murs et du toit • Câbles d'ascenseur et câblage	• Portes entre les corridors et les escaliers • Pénétration des colonnes montantes de plomberie et des cheminées dans les planchers • Pénétration des colonnes montantes des conduits de CVC dans les murs de séparation et les planchers • Porte des locaux d'accès au vide-ordures et trappes d'accès au vide-ordures • Pénétrations des câbles électriques dans les murs et planchers • Jonctions des murs et planchers et des murs et plafonds dans les aires de service, telles que locaux d'accès au vide-ordures, locaux techniques et locaux électriques, aires communes et appartements. • Portes d'ascenseurs

4 Élaboration d'un plan de réduction des fuites d'air



La mise en œuvre d'un projet de réduction des fuites d'air dans une tour d'habitation peut constituer un défi. En l'absence de plan, les efforts visant à éliminer les fuites d'air risquent de ne pas donner de résultats et, pire encore, d'engendrer d'autres problèmes. On s'expose alors à ne pas réaliser les économies d'énergie attendues ou à emprisonner de l'humidité dans les murs et à causer des dommages à l'enveloppe du bâtiment. Le plan doit tenir compte des possibilités d'accès aux appartements qu'offrent les immeubles selon qu'il s'agit d'immeubles en copropriété divise ou d'immeubles locatifs.

Par conséquent, pour que ces travaux d'étanchéisation donnent des résultats, il faut d'abord se doter d'un plan. Voici comment procéder :

Étape 1 : Déceler et préciser les possibilités de réduction des fuites d'air.

Étape 2 : Établir un ordre de priorité des travaux de réduction des fuites d'air.

Étape 3 : Cerner les obstacles à la réduction des fuites d'air.

Étape 4 : Choisir les matériaux.

Étape 5 : Procéder aux travaux d'étanchéisation à l'air.



4.1 ÉTAPE 1 : ÉVALUER ET DÉFINIR LES POSSIBILITÉS DE RÉDUCTION DES FUITES D'AIR

Pour élaborer un plan de réduction des fuites d'air, la première chose à faire est de se familiariser avec le bâtiment, son historique d'entretien, ses caractéristiques d'occupation, etc. La plupart des propriétaires pourront vous fournir des copies des plans de construction originaux et des plans des rénovations, s'il y en a eu. Le personnel d'entretien est généralement une mine d'informations sur l'immeuble. Les observations des occupants peuvent également vous être utiles, en particulier pour localiser les fuites d'air.

Tout projet de réduction des fuites d'air commence par la détermination de l'ampleur, de l'emplacement et de la répartition des fuites d'air. On évalue ensuite les possibilités d'intervention, ce qui oblige à mesurer les répercussions des fuites sur les coûts de l'énergie et sur le confort et la sécurité des occupants. Cette information sert aussi à situer les entrepreneurs par rapport à l'envergure des travaux à réaliser quand vient le temps d'établir un budget. En plus de faire le point sur les caractéristiques des fuites d'air en jeu, l'évaluation initiale peut servir :

- à déterminer les éléments de l'enveloppe qui constituent le système de protection du bâtiment contre les fuites d'air;
- à trouver des moyens de solidariser les divers éléments du système de protection contre les fuites d'air;
- à évaluer les éventuels obstacles à l'étanchéisation à l'air;
- à relever les problèmes touchant les composants ou les systèmes de l'immeuble qui devront être résolus avant les travaux d'étanchéisation (notamment les problèmes de qualité de l'air intérieur ou d'enveloppe du bâtiment);
- à établir un ordre de priorité dans les travaux à réaliser.

Définir le système de protection contre les fuites d'air

Le système de protection contre les fuites d'air est constitué de divers matériaux et assemblages qui sont mis en place pour freiner le passage de l'air en provenance ou en direction de l'extérieur d'un bâtiment. On l'appelle parfois « système pare-air » ou « plan d'étanchéité ». L'essentiel à retenir pour les entrepreneurs est que les matériaux et assemblages qui constituent le système de protection contre les fuites d'air sont tous étanches à l'air et qu'ils sont scellés ensemble au moyen de matériaux également étanches à l'air.

Bien que le système de protection contre les fuites d'air doive en principe être conçu et intégré à l'enveloppe durant la construction, il fut une époque où l'on faisait peu de cas de cet aspect de la construction. Par exemple, dans les murs de certaines tours d'habitation, le système de protection est constitué de feuilles de polyéthylène fixées à l'ossature murale. Les feuilles de polyéthylène ne sont pas toujours solidarisées au cadre des portes et des fenêtres ou aux dalles de plafond et de plancher. De plus, les feuilles de polyéthylène conviennent surtout aux bâtiments à ossature de bois, car leurs rebords et leurs replis peuvent être scellés avec un mastic sans durcissement puis fixés mécaniquement avec une agrafeuse. On arrive rarement à sceller convenablement des feuilles de polyéthylène sur des poteaux d'acier ou une dalle de plancher en béton.

Il est important de se rappeler que le pare-air installé sur les murs doit maintenir la continuité du plan d'étanchéité avec celui du toit, celui des murs de fondation et celui qui sépare le garage du reste de l'immeuble. De cette façon, l'enveloppe bénéficie d'un système de protection complet et continu.

Afin d'élaborer un plan de réduction des fuites d'air pour un immeuble d'appartements existant, il faut savoir comment tirer parti au mieux des éléments de l'enveloppe qui sont accessibles et qui peuvent être scellés les uns aux autres de manière à former un plan d'étanchéité le plus continu possible. Rien ne sert de boucher



des ouvertures ici et là dans des matériaux ou entre des éléments s'il en reste ailleurs. Par exemple, boucher des fissures dans des murs à placage de briques ou boucher le jeu entre le placage de briques et les fenêtres aura peu d'effets bénéfiques sur l'étanchéité du bâtiment, car il est quasi-impossible de faire d'un placage de briques un système de protection contre les fuites d'air.

Les tours d'habitation disposent ordinairement de l'un des trois types suivants de systèmes de protection contre les fuites d'air.

1. Système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'extérieur (figure 4-1) :

dans ce système, le pare-air se trouve sur la face extérieure de l'enveloppe du bâtiment. Ce système est caractéristique des murs en béton coulés en place et de quelques systèmes de couverture étanches à l'eau. Si un pare-air extérieur a été utilisé à l'origine, les travaux d'étanchéisation peuvent se faire de l'extérieur du bâtiment. Prendre soin de ne pas boucher les ouvertures qui auraient été faites délibérément pour assurer le drainage de l'eau ou l'équilibrage de la pression. Ces travaux nécessitent de consulter un spécialiste des enveloppes de bâtiment.

2. Système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'intérieur (figure 4-2) :

dans ce système, le pare-air se trouve sur la face intérieure de l'enveloppe du bâtiment. Le système peut, par exemple, être formé par une plaque de plâtre étanche à l'air. Si le pare-air original est accessible, les travaux d'étanchéisation se feront à l'aide des éléments, des composants et des revêtements de finition intérieurs.

Les systèmes intérieurs sont susceptibles de présenter des fuites d'air là où les cloisons ou les murs mitoyens rejoignent les murs extérieurs, ce qui n'est pas le cas des systèmes placés à l'extérieur. Dans la plupart des immeubles anciens, peu de soin a été mis pour sceller cette jonction. Comme les cloisons intérieures sont faites de poteaux d'acier (qui sont perforés) ou de bois (généralement perforés pour le passage des fils électriques), l'air intérieur peut pénétrer assez aisément dans la cloison et, de là, circuler latéralement jusqu'au mur extérieur.

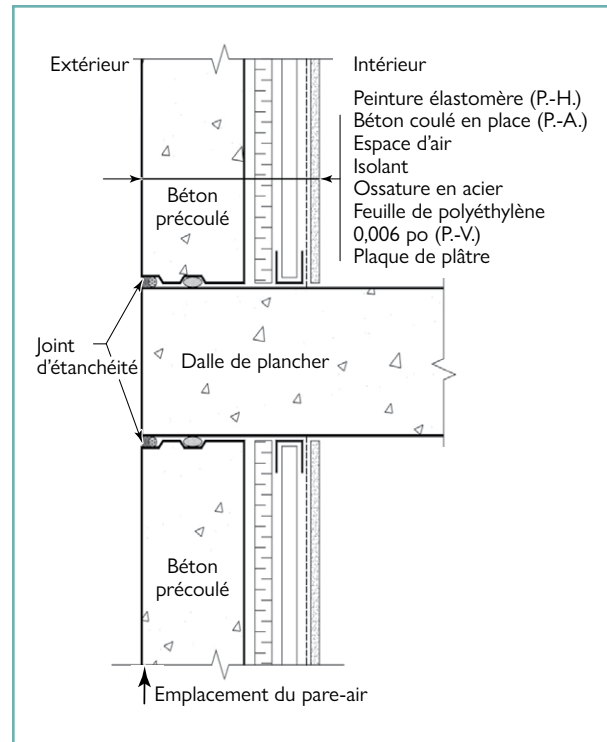


Figure 4-1 Système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'extérieur

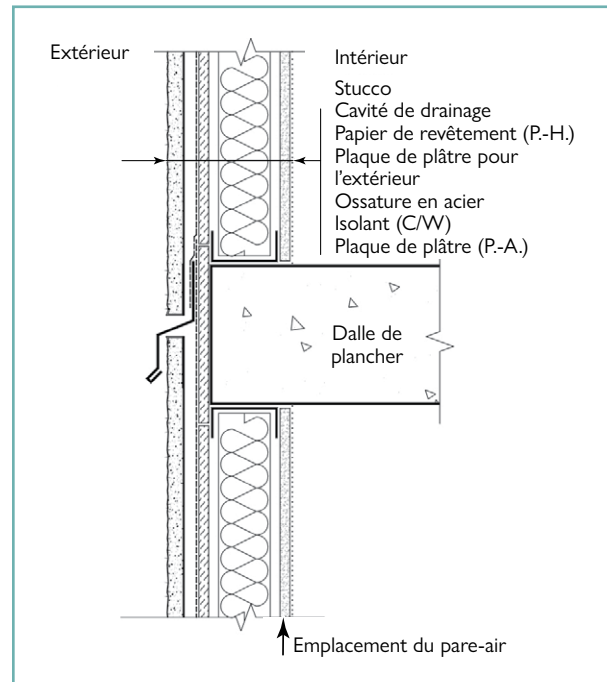


Figure 4-2 Système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'intérieur

3. **Système de protection contre les fuites d'air inaccessible** (figure 4-3) : ce système de protection contre les fuites d'air se trouve à l'intérieur d'un assemblage. Il peut s'agir, par exemple, de membranes adhésives détachables qu'on appose sur les plaques de plâtre pour usage extérieur ou de membranes imperméables utilisées dans une toiture inversée. Les feuilles de polyéthylène fixées sur l'ossature murale et les panneaux isolants rigides installés sur les murs de béton et de maçonnerie sont d'autres exemples de systèmes pare-air inaccessibles.

L'étanchéisation à l'air d'un système inaccessible peut nécessiter le démantèlement des éléments de l'assemblage ou l'installation d'un autre type de pare-air. De tels travaux sont habituellement coûteux, perturbateurs et hors de portée de la plupart des projets d'étanchéisation. Voilà pourquoi les projets de réduction des fuites d'air dans les bâtiments existants visent rarement les systèmes inaccessibles, sauf dans le cadre de travaux de rénovation d'envergure.

La réduction des fuites d'air oblige alors à trouver d'autres façons d'obtenir un plan d'étanchéité (habituellement par l'intérieur). Cette démarche nécessite une compréhension de la façon dont différents matériaux et systèmes étanches à l'air faisant partie de l'enveloppe du bâtiment peuvent être scellés ensemble pour former un nouveau plan d'étanchéité. Par exemple, on peut décider de faire des plaques de plâtre un pare-air. Il faut alors sceller tous les points de pénétration dans les plaques de plâtre, notamment au niveau des fenêtres, des portes et des dalles de planchers et de plafonds. Si le plancher ou le plafond est construit avec des solives ou des poutrelles, il faut prêter une attention particulière pour réaliser la continuité du pare-air des plafonds et des planchers, à défaut de quoi il y aura à chaque étage une fuite d'air importante qui nuira à l'efficacité des mesures mises en place.

Il est souvent utile d'obtenir un plan en coupe du bâtiment quand vient le temps de déterminer les mesures de réduction des fuites d'air qui permettraient d'étanchéiser les murs, les fenêtres, les portes et les pénétrations, ainsi que les jonctions des murs et de la toiture et des murs et des fondations (garage). Un crayon devrait pouvoir être glissé sur le périmètre de l'enveloppe du bâtiment (sans la soulever) et passer d'un matériau à l'autre et d'un assemblage à l'autre pour bien évaluer le système de protection contre les fuites d'air. Cet exercice permet à l'entrepreneur de se familiariser avec les systèmes de réduction des fuites d'air et de se doter d'un plan qui tienne compte des endroits où se trouvent les fuites d'air.

Exigences d'un système de protection contre les fuites d'air

Un système de protection contre les fuites d'air efficace doit :

1. assurer la *continuité* du plan d'étanchéité d'un matériau à l'autre et d'un élément à l'autre du système;
2. *freiner le passage de l'air* – la fibre de verre est un bon filtre mais n'est pas un matériau acceptable comme pare-air;

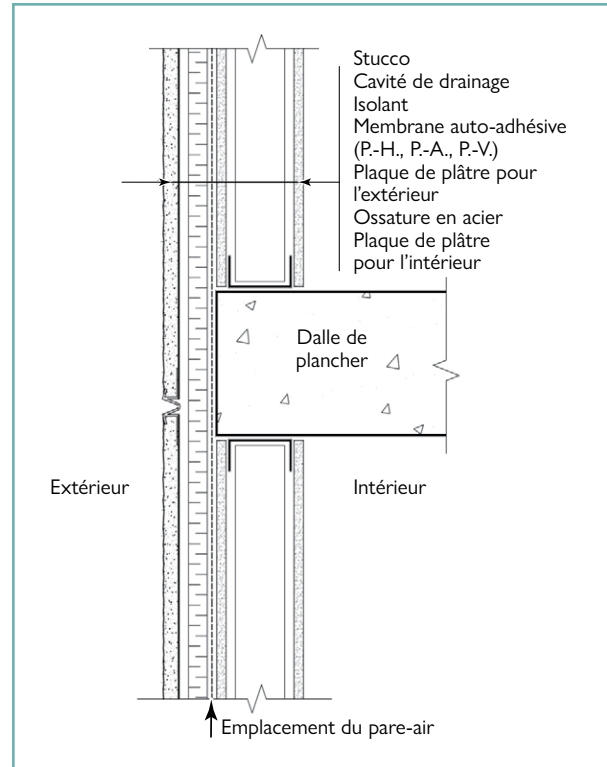


Figure 4-3 Système de protection contre les fuites d'air inaccessible

3. *bénéficier d'un soutien structural* – le pare-air doit pouvoir rester en place malgré les contraintes imposées par le vent, le tirage et les forces mécaniques mentionnées précédemment; il doit être suffisamment rigide pour se soutenir lui-même (des plaques de plâtre, par exemple) ou doit pouvoir être soutenu (des membranes adhésives détachables collées sur les plaques de plâtre d'un côté et soutenues par l'ossature de l'autre, par exemple);
4. *s'adapter aux mouvements de la structure* – le pare-air doit pouvoir s'adapter aux légers mouvements normaux de son support causés par l'expansion thermique et la contraction des matériaux;
5. *durer longtemps* dans des conditions d'utilisation normales.

Le soutien structural et la durabilité sont aussi importants que la continuité et l'étanchéité pour la performance à long terme du système de réduction des fuites d'air. Pour être efficace à long terme, le produit retenu pour le projet de réduction des fuites d'air doit offrir suffisamment :

- d'élasticité pour s'adapter au travail des matériaux qu'il scelle ensemble;
- de pouvoir adhésif pour coller aux matériaux qu'il scelle;
- de force de cohésion pour ne pas se déchirer ou se déformer sous l'effet du mouvement différentiel et des forces qui lui sont imposées.

Coupe-feu et réduction des fuites d'air

Dans bien des cas, les travaux d'étanchéisation à l'air doivent aussi intégrer des éléments coupe-feu. Si un coupe-feu est déjà en place (mais ne semble pas assurer l'étanchéité voulue), il faudra peut-être l'enlever avant d'installer les mastics d'étanchéité, puis le remettre en place une fois le calfeutrage terminé.

Souvent, les fuites d'air se trouvent dans les éléments coupe-feu présents entre le garage et le reste de l'immeuble, à chaque étage ou dans les murs de séparation. Les assemblages classés résistants au feu nécessitent l'emploi de matériaux particuliers.

Mise en garde relative à la compatibilité des matériaux

La compatibilité des matériaux est un point de plus en plus soulevé quand il est question de longévité des pare-air. On reconnaît de plus en plus au sein de l'industrie que les matériaux utilisés pour sceller les assemblages peuvent être incompatibles. La pose d'un matériau à côté d'un autre peut parfois entraîner la détérioration de l'un ou de l'autre – voire des deux – et des défauts d'étanchéisation. Voici des exemples de matériaux incompatibles :

- les membranes bitumineuses en contact avec des panneaux isolants en polyisocyanurate;
- les bitumes en contact avec les isolants en mousse de polystyrène;
- les membranes de terpolymère d'éthylène-propylène-diène (membranes EPDM) en contact avec des bandes d'étanchéité et des membranes pare-air à base bitumineuse;
- certains produits d'étanchéité en contact avec des isolants rigides et des tuyaux de ventilation en plastique;
- les mastics d'étanchéité de silicone en contact avec du caoutchouc et de l'uréthane;
- les mastics d'étanchéité de polyuréthane en contact avec des feuilles de polyéthylène;
- les mastics d'étanchéité de polyuréthane en contact avec des matériaux asphaltiques.

Dans certains cas, les solvants que renferme un matériau provoquent l'effritement de la surface adjacente et sa défaillance prématurée. Dans le cas du calfeutrant en contact avec un isolant rigide, les solvants contenus dans certains mastics d'étanchéité peuvent éroder les produits à base de mousse de polystyrène. L'adhérence entre les produits d'étanchéisation à l'air est également un point à surveiller. Par exemple, la mousse d'uréthane adhère mal aux feuilles de polyéthylène.



Les travaux visant à réduire les fuites d'air qui touchent à ces assemblages doivent se faire à l'aide de matériaux approuvés et doivent être soumis à l'inspection des autorités responsables de l'application du code du bâtiment. La figure 4-4 montre le détail de la réalisation d'un pare-air et d'un coupe-feu à l'aide de coulis résistant au feu. Pour de plus amples informations sur les matériaux servant de coupe-feu et de pare-fumée, consultez le Code national du bâtiment du Canada, le code du bâtiment de votre province et les publications des Laboratoires des assureurs du Canada (ULC).

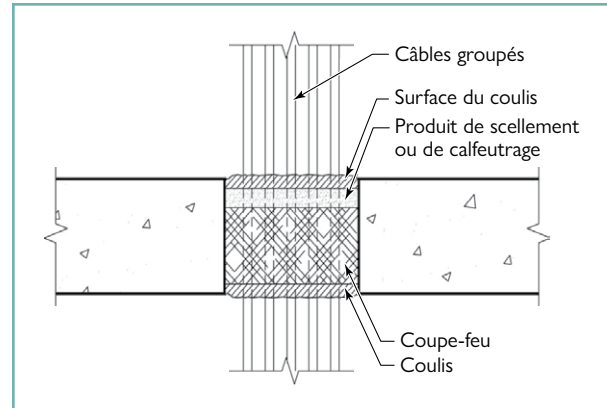


Figure 4-4 Ignifugation et calfeutrage des pénétrations

Localisation des fuites d'air – Méthodes d'inspection et de diagnostic

La tâche la plus importante – et peut-être la plus difficile – dans l'élaboration d'une stratégie efficace de réduction des fuites d'air consiste à détecter les fuites et à les classer par ordre de priorité. Certains points de l'enveloppe du bâtiment sont des sources bien connues de fuites d'air; mais comme tous les immeubles sont différents, il faut procéder à une inspection minutieuse pour chaque projet. Il importe de savoir où se trouvent les fuites et d'avoir une bonne idée de leur ampleur l'une par rapport à l'autre. Vous pourrez ainsi consacrer la majorité de votre travail et de vos efforts aux fuites les plus graves, ce qui permettra de réduire le coût du projet. Heureusement, il existe plusieurs méthodes qui peuvent vous aider à réaliser cette tâche.

Test d'infiltrométrie du bâtiment entier (qualitatif et quantitatif)

Une méthode courante de détection des fuites d'air consiste à placer un infiltromètre étalonné pour pressuriser ou dépressuriser l'immeuble en entier, de manière à accentuer les fuites d'air et à faciliter ainsi leur localisation et leur mesure. Les petits collectifs d'habitation, comme les immeubles à trois étages sans ascenseur, peuvent généralement être testés au moyen d'un ou de plusieurs infiltromètres étalonnés d'usage résidentiel. Les bâtiments de plus grande taille comme les tours d'habitation nécessiteront probablement plusieurs infiltromètres plus puissants d'usage commercial (voir la figure 4.5).



Figure 4-5 Infiltromètre à deux ventilateurs; cet appareil convient à la plupart des immeubles de petite et de moyenne taille.

Les infiltromètres peuvent également servir à quantifier l'étanchéité à l'air d'un immeuble, si le test est réalisé suivant une norme établie (voir ci-dessous). Un test quantitatif permet de comparer l'étanchéité à l'air de l'immeuble à celle d'autres bâtiments semblables. Un test avant et après les travaux permet d'évaluer l'efficacité des mesures d'étanchéisation. Certains propriétaires de logements (comme les organismes gouvernementaux responsables des logements publics) exigent des tests quantitatifs. Ces tests peuvent également être obligatoires dans le cas de projets de modernisation réalisés dans le cadre d'un programme de réduction des fuites d'air parrainé par un gouvernement ou une entreprise de services publics.

En temps normal, toutes les portes intérieures de l'immeuble sont ouvertes pour un test d'infiltrométrie, de manière à ce qu'un seul vaste espace soit formé. Dans une tour d'habitation occupée, ces conditions peuvent être très difficiles, voire impossibles, à réaliser car l'opération demande la coopération de tous les occupants. Cependant, de nouvelles recherches parrainées par la SCHL suggèrent que des mesures exactes peuvent être obtenues dans une tour d'habitation même si les portes intérieures sont fermées.

Le test d'infiltrométrie quantitatif le plus courant pour les grands immeubles comme les tours d'habitation (*Standard Method for Building Enclosure Airtightness Compliance Testing*, AABA/USACE, version provisoire) propose deux protocoles de scellement des ouvertures dites « délibérées » du bâtiment (c'est-à-dire les ouvertures pratiquées dans l'enveloppe pour des raisons techniques, comme le passage des conduits d'évacuation et d'alimentation du système de ventilation). Si le but premier des travaux d'étanchéisation à l'air est de réduire les coûts énergétiques, le protocole « énergétique » devrait être employé : les registres des ouvertures délibérées sont fermés, mais non scellés (contrairement au protocole « enveloppe »). Le protocole « énergétique » permet d'évaluer l'intégrité des registres des conduits (puisque'ils ne sont pas scellés), mais il demande des infiltromètres de fort débit car les registres laissent passer de l'air.

Coût d'un test d'infiltrométrie de tout le bâtiment : élevé

Fournisseurs de services de test : rares

Résultats du test : mesure quantitative de l'étanchéité à l'air et détection qualitative des fuites et de leur ampleur par rapport aux autres, dans tout le bâtiment.

Test d'infiltrométrie d'un étage, d'une zone ou d'un logement individuel (qualitatif)

Dans bien des cas, il n'est pas possible ou nécessaire de réaliser un test de l'immeuble entier pour des raisons de coût, d'absence de firme spécialisée ou autres. À la place, on peut mener un test qualitatif visant un étage, une zone ou un seul appartement dans une tour d'habitation, qui permettra de détecter les principales fuites et de les classer par ordre de priorité. Comme, en général, tous les étages des tours d'habitation ont la même configuration (sauf le rez-de-chaussée et le dernier étage) et que les techniques de construction employées sont les mêmes dans l'ensemble du bâtiment, les problèmes que l'on observe sur un étage, dans une zone ou dans un appartement ont de bonnes chances de se reproduire ailleurs dans l'immeuble. Une seule partie de l'immeuble étant testée, il devient possible d'utiliser de l'équipement de moindre débit et, dans bien des cas, le test peut être effectué avec des infiltromètres résidentiels.

Ce type de test qualitatif peut être très utile dans le cadre d'un programme de contrôle de la qualité du remplacement des fenêtres dans une tour d'habitation. Un infiltromètre résidentiel est largement suffisant pour dépressuriser un appartement individuel dans une tour d'habitation et permettre d'observer la qualité de l'installation des fenêtres neuves, en particulier le joint entre le bâti d'attente et le cadre de la fenêtre. Le test de quelques installations permettra de relever tout défaut dans les techniques d'étanchéisation de l'entrepreneur et évitera que ne surviennent de graves problèmes plus tard.

Dans certains cas, il est possible de faire une inspection qualitative sans infiltromètre pour dépressuriser les locaux, en utilisant tout simplement la différence de pression exercée naturellement par l'effet de tirage de l'immeuble. Comme la magnitude de l'effet de tirage augmente avec la hauteur de l'immeuble et la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur, dans une grande tour d'habitation en hiver, la différence de pression entre le haut et le bas de l'immeuble peut dépasser la différence de pression utilisée pour mener un test d'infiltrométrie. On peut utiliser un micromanomètre numérique du type employé pour les tests d'infiltrométrie afin de mesurer la différence de pression naturelle en ouvrant une fenêtre ou une porte sur laquelle on aura installé un capteur de pression.

Ces types de tests d'infiltrométrie ciblés sont également très efficaces pour détecter des fuites d'air ponctuelles qui surviennent dans une partie de l'immeuble seulement, comme une voie de passage de l'air qui transporte de l'humidité dans une partie seulement de l'enveloppe du bâtiment. La capacité de détecter ces types de passages d'air est accrue si le test d'infiltrométrie est combiné à des mesures de pression. Cette technique consiste à mesurer la différence de pression entre la zone de test et un second espace (comme un passage d'air suspecté ou une autre zone) alors que la zone de test est dépressurisée, afin de déterminer s'il y a communication entre les deux espaces.

Coût d'un test d'infiltrométrie dans un étage, une zone ou un appartement : bas

Fournisseurs de services de test : nombreux

Résultats du test : détection qualitative des fuites d'air et de leur magnitude relative dans les zones testées

Des procédures existent également pour tester certains éléments du bâtiment, comme les fenêtres. Cependant, ces tests sont généralement employés en construction pour vérifier la conformité aux spécifications et coûtent relativement cher.

Visualisation des courants d'air et détection des fuites

Il existe plusieurs méthodes qualitatives pour détecter les fuites d'air. Les méthodes les plus efficaces et les plus couramment utilisées sont les suivantes.

- Inspection visuelle. L'inspection visuelle consiste à chercher les fissures et les espaces dans l'enveloppe du bâtiment, ainsi que les signes de fuites d'air persistantes, comme des traînées ou des accumulations de poussière au niveau des plinthes, des fissures, etc. (voir la figure 4-6). Les motifs laissés par les traînées de poussière donnent parfois des indices quant au sens de l'écoulement de l'air.
- Inspection avec la main. Pendant qu'une zone ou le bâtiment est pressurisé ou dépressurisé par un infiltromètre, la plupart des fuites de moyenne et de grande taille sont facilement détectables avec la main.
- Soufflet à fumée. Cet appareil permet de diriger une petite quantité de fumée aux endroits où une fuite d'air est suspectée, en particulier les petites fuites difficiles à détecter à la main. Il est plus efficace quand le bâtiment (ou une zone) est pressurisé ou dépressurisé mécaniquement par un infiltromètre.
- Thermographie. Une caméra infrarouge est un instrument utile pour détecter les anomalies thermiques dans l'enveloppe du bâtiment, notamment celles qui sont causées par une fuite d'air. L'inspection se réalise généralement pendant que le bâtiment (ou la zone) est dépressurisé, ce qui permet d'inspecter rapidement et efficacement de grandes sections de l'enveloppe du bâtiment. Cependant, les anomalies thermiques peuvent être causées par un pont thermique ou un isolant humecté; la présence d'une fuite d'air doit être confirmée avec la main ou avec un soufflet à fumée. Pour qu'une caméra infrarouge moderne offre son plein rendement, la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur doit être d'au moins 10 °C; on ne peut donc pas utiliser cet appareil en tout temps. Voir les figures 4-6 et 4-7.

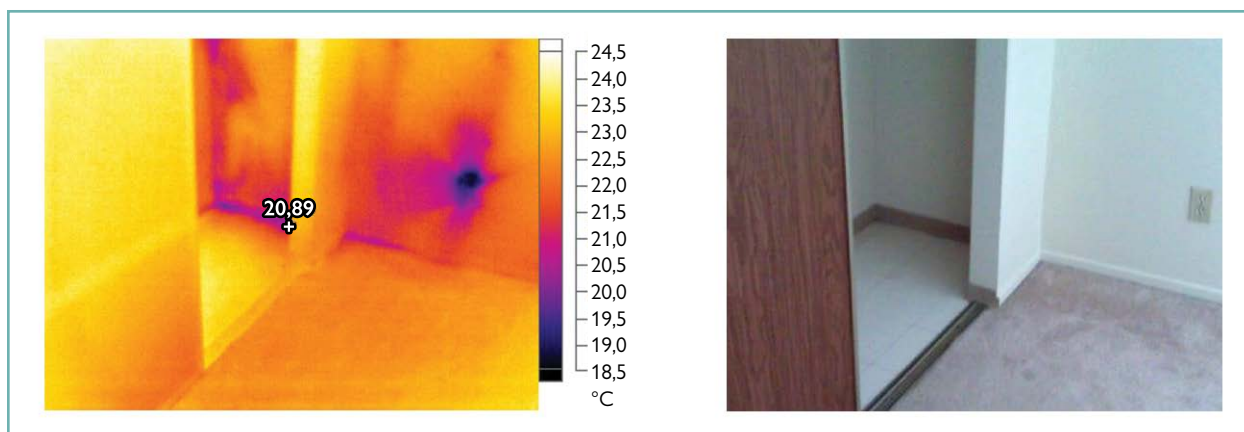


Figure 4-6 Images dans le spectre infrarouge et visible d'un mur extérieur. On aperçoit des fuites d'air au niveau de la plinthe et de la prise de courant.

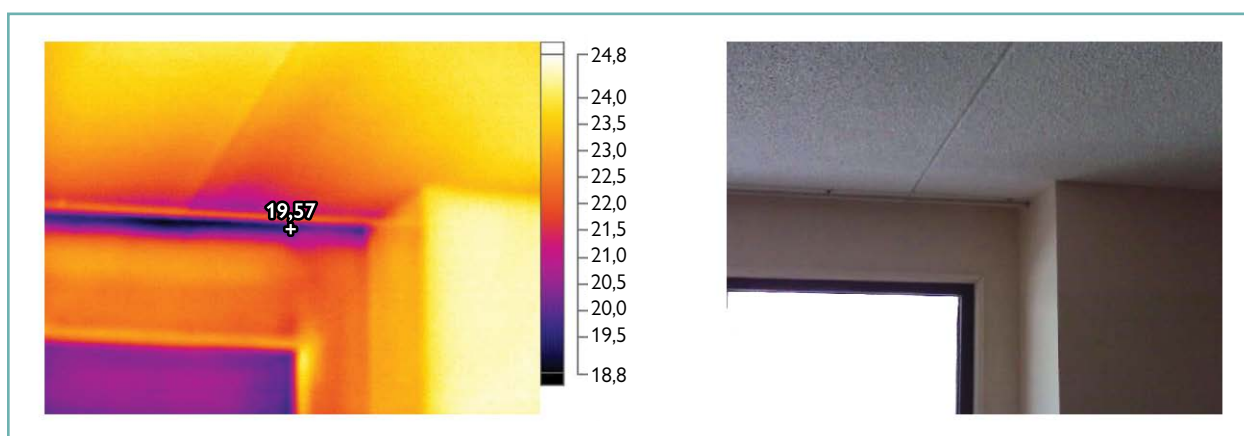


Figure 4-7 Mur à ossature de bois avec linteau en acier. On aperçoit une fuite d'air à la jonction entre le mur et la dalle du plancher de l'étage au-dessus.

Il faut noter l'emplacement des fuites et une estimation de leur ampleur relative. Si l'inspection est réalisée pendant que le bâtiment est pressurisé ou dépressurisé (entre 50 et 75 pascals, soit les pressions employées couramment dans les tests d'infiltrométrie), le système de classification proposé dans le tableau ci-dessous peut être utilisé pour évaluer l'importance des fuites. Toutes ces informations colligées sur le bâtiment permettront de cibler les fuites les plus importantes avec la stratégie de calfeutrage.

Tableau 4-1 Guide d'évaluation de la magnitude des fuites

Catégorie de fuites d'air	Indicateurs	Incidences potentielles sur l'enveloppe du bâtiment, les coûts énergétiques ou le milieu intérieur
Négligeable	Presque indétectable avec un soufflet à fumée	Négligeables
Mineure	Facilement détectable avec un soufflet à fumée; presque indétectable avec la main	Possibles, surtout si l'ouverture à l'origine de la fuite est soumise à de grandes différences de pression
Importante	Facilement détectable avec la main	Bonne probabilité que des problèmes apparaissent
Majeure	Détectable avec la main à 0,3 m (1 pi) de la fuite	Forte probabilité que des problèmes apparaissent

Entreprises effectuant des tests d'infiltrométrie

Les entreprises qui effectuent des tests d'infiltrométrie sont plutôt rares. Certaines firmes d'ingénieurs qui se spécialisent dans la science du bâtiment et dans le génie de l'enveloppe du bâtiment offrent ce service. Les firmes ou les particuliers qui font des évaluations du rendement énergétique des bâtiments dans les secteurs résidentiel et commercial, comme ceux qui participent au programme écoÉNERGIE Rénovation, peuvent aussi disposer du matériel et des compétences voulus pour réaliser des tests d'infiltrométrie.

Normes relatives aux tests

- CAN/CGSB 149.10. *Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur.*
Application : tests d'infiltrométrie pour les maisons individuelles et les petits immeubles; norme utilisée surtout au Canada.
- ASTM E779. *Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization*, 1999.
Application : tests d'infiltrométrie pour les maisons individuelles et les petits immeubles; norme comparable à la norme CAN/CGSB 149.10, mais utilisée surtout aux États-Unis.
- AABA/USACE. *Standard Method for Building Enclosure Airtightness Compliance Testing* (ébauche). 2014. Air Barrier Association of America et U.S. Army Corps of Engineers.
Application : tests d'infiltrométrie pour les grands immeubles commerciaux (comme les tours d'habitation).
- ASTM E1186. *Standard Practices for Air Leakage Site Detection in Building Envelopes and Air Barrier Systems.*
Application : méthodes standardisées de localisation des fuites d'air dans les enveloppes de bâtiment et les pare-air; applicable à tous les types de bâtiments.

Liste de vérification pour la localisation des fuites d'air

L'annexe C propose une liste de vérification pour aider les entrepreneurs en calfeutrage à localiser et à classer les fuites d'air. Le tableau énumère les endroits où l'on retrouve le plus fréquemment des fuites d'air dans les tours d'habitation, et réserve une colonne pour indiquer l'importance de chaque fuite par rapport aux autres.

4.2 ÉTAPE 2 : PRIORISER LES TRAVAUX DE RÉDUCTION DES FUITES D'AIR

Une fois les fuites d'air repérées, il s'agit de classer les possibilités d'intervention par ordre de priorité en tenant compte de la facilité d'exécution des travaux et de leur efficacité. En général, la réduction des fuites d'air se fait dans l'ordre suivant.

Étanchéisation du bas de l'immeuble

L'étanchéisation à l'air du bas de l'immeuble remédie à l'infiltration d'air dans le bâtiment et aux problèmes de courants d'air et d'inconfort qui en découlent. Les travaux consistent habituellement à sceller aux étages inférieurs les pénétrations dans les murs extérieurs, dans la partie en sous-sol du noyau du bâtiment et dans le garage. Le bas de l'immeuble est un endroit relativement accessible qui permet de mettre en œuvre facilement des mesures de réduction des fuites d'air.

L'étanchéisation du bas de l'immeuble peut également prévenir l'infiltration dans l'immeuble des polluants du garage.



Étanchéisation du haut de l'immeuble

Il s'agit ici de recouvrir le toit de l'immeuble d'un « capuchon » qui empêche l'air chaud de s'échapper. En général, il est relativement facile de sceller les fuites d'air au sommet d'un immeuble puisque la plupart des fuites se situent dans les aires de service ou locaux techniques sur le toit.

Étanchéisation des murs extérieurs

L'étanchéisation des murs extérieurs est souvent difficile en raison de problèmes d'accès aux appartements. S'il est possible d'avoir accès aux appartements, il faut sceller les murs extérieurs en priorité. Les travaux consistent souvent à étanchéiser les points de pénétration des câbles électriques, des canalisations de plomberie et des conduits, à installer de nouveaux coupe-froid et à étanchéiser les fenêtres et les portes donnant sur les balcons, ainsi que les capots protecteurs des sorties des ventilateurs d'extraction si ceux-ci sont accessibles du balcon.

Étanchéisation de l'intérieur de l'immeuble

L'étanchéisation des cloisons intérieures et des gaines techniques contribue à empêcher l'air de pénétrer dans l'immeuble, de le traverser et de s'en échapper. Il faut étanchéiser les cloisons intérieures qui séparent les locaux techniques des aires communes (hall, corridors) et les aires communes des appartements. Il faut aussi veiller à étanchéiser les points de pénétration des installations techniques dans les planchers et les murs. Même si ces pénétrations devraient avoir été scellées au départ pour assurer l'intégrité des séparations coupe-feu, il arrive que l'étanchéisation présente des déficiences ou ait tout simplement été oubliée. Les travaux de réparation et d'amélioration réalisés après coup, comme l'installation de nouveaux services, laissent souvent des ouvertures dans les murs et planchers. Les portes donnant sur les cages d'escalier et les vestibules doivent être munies de coupe-froid afin de freiner le passage de l'air qui pourrait s'infiltrer autour.

La liste de vérification présentée à l'annexe C énumère les éventuelles mesures de réduction des fuites d'air dans l'ordre où elles devraient être réalisées. Les gestionnaires d'immeubles n'ont pas tous les mêmes priorités et doivent adapter leur plan d'intervention en conséquence. Ainsi, un gestionnaire peut avoir à cœur de résoudre en priorité les problèmes qui font l'objet de plaintes de la part des occupants et commencer par conséquent par les travaux à réaliser à l'intérieur des appartements. Si des travaux de réparation ou de rénovation ont laissé dans l'enveloppe du bâtiment des trous visibles qui sont faciles à boucher à peu de frais, il peut aussi commencer par là. Si le bâtiment présente des problèmes de propagation du bruit et des odeurs, l'étanchéisation de l'intérieur du bâtiment peut être plus prioritaire que celle de l'enveloppe extérieure. L'entrepreneur en calfeutrage doit travailler en étroite collaboration avec le gestionnaire de l'immeuble pour s'assurer de remédier au plus grand nombre de problèmes possible.

4.3 ÉTAPE 3 : CERNER LES OBSTACLES À LA RÉDUCTION DES FUITES D'AIR

Il est souvent plus facile de repérer les ouvertures dans l'enveloppe du bâtiment que de les boucher. Les sections qui suivent donnent un aperçu des situations et des problèmes les plus courants auxquels sont confrontés les entrepreneurs en calfeutrage.

Problèmes relatifs à la propriété

La structure de propriété de l'immeuble peut avoir des répercussions sur la nature des travaux à réaliser. Par exemple, dans les immeubles en copropriété divise, les copropriétaires n'acceptent pas toujours que des travaux d'étanchéisation soient réalisés à l'intérieur de leur appartement. Pour le propriétaire d'un immeuble locatif qui n'assume pas les coûts de chauffage des appartements, il peut être hors de question d'entreprendre des travaux d'étanchéisation à l'intérieur des appartements. Et c'est sans compter que le mobilier et les biens des occupants peuvent parfois limiter l'accès aux ouvertures à boucher. Voilà autant de points qui doivent être pris en considération dans le plan de réduction des fuites d'air.

Problèmes constants de rendement de l'immeuble

Certains correctifs doivent parfois être apportés aux tours d'habitation avant que les travaux de réduction des fuites d'air ne soient entrepris. Il arrive que de tels travaux soient nécessaires pour empêcher les travaux d'étanchéisation d'aggraver la situation et éviter que des problèmes préexistants ne soient attribués à tort aux travaux d'étanchéisation. Voici un aperçu des problèmes qui sont parfois présents dans les tours d'habitation et qui doivent absolument être corrigés avant la mise en œuvre du plan de réduction des fuites d'air :

- plaintes sur la qualité de l'air intérieur, notamment un manque d'air et la présence de moisissures et de condensation témoignant d'une ventilation insuffisante;
- mauvais fonctionnement des systèmes de ventilation des corridors et des ventilateurs d'extraction dans les appartements;
- humidité élevée et condensation dans les appartements;
- pénétration de la pluie ou fuites d'eau qui mouillent l'enveloppe et les surfaces intérieures du bâtiment;
- problèmes d'évacuation des gaz de combustion dégagés par les appareils à combustible tels que chaudières, générateurs d'air chaud et chauffe-eau.

Problèmes de qualité de l'air à l'intérieur

Si l'on observe dans les appartements des signes d'une forte humidité, des odeurs persistantes, un manque d'air, des moisissures ou de la condensation sur les fenêtres pendant les mois d'hiver, cela peut être dû :

- à une ventilation insuffisante;
- au surpeuplement;
- à une mauvaise maîtrise des sources d'humidité;
- à toute combinaison des causes qui précèdent. La mise en œuvre d'un programme de réduction des fuites d'air avant que de tels problèmes ne soient réglés risquerait d'aggraver la situation. Si de tels problèmes sont révélés pendant l'évaluation de l'entrepreneur en calfeutrage, il est recommandé d'y remédier avant de procéder aux travaux d'étanchéisation à l'air.

Problèmes de pénétration de la pluie

S'il y a des problèmes de pénétration de la pluie ou des fuites d'eau dans l'immeuble, ils doivent être réglés avant d'entreprendre les travaux d'étanchéisation à l'air. La pénétration de la pluie peut mouiller des surfaces intérieures et contribuer à la présence de moisissures. Elle peut aussi provoquer la détérioration de l'enveloppe du bâtiment. Il ne sert pas à grand-chose de sceller des éléments de l'enveloppe du bâtiment en mauvais état, car l'efficacité de la mesure ne sera que de courte durée.



Le plan de réduction des fuites d'air ne doit pas nuire à la stratégie de gestion de l'humidité du bâtiment. Par exemple, dans un mur creux drainé, on ménage intentionnellement des orifices pour assurer l'évacuation de l'humidité qui peut s'immiscer dans le mur. Ne bouchez jamais les orifices d'évacuation dans le cadre de travaux de réduction des fuites d'air.

Un plan de réduction des fuites d'air devrait faire partie des travaux de réfection entrepris pour remédier aux problèmes d'infiltration d'eau de pluie ou à tout autre problème.

Combustion

Problèmes d'évent

Les travaux d'étanchéisation peuvent réduire la quantité d'air disponible pour assurer une ventilation convenable des appareils à combustible tels que les chaudières, les chauffe-eau, les foyers et les cuisinières. Cela est particulièrement vrai si les systèmes de combustion ne sont pas scellés et que l'air intérieur est aspiré dans l'appareil pour alimenter la combustion et la ventilation.

L'évacuation des gaz de combustion peut être compromise si l'apport d'air de combustion dans les locaux est insuffisant ou si les locaux sont dotés d'appareils qui évacuent l'air, comme les ventilateurs d'extraction des salles de bains, les sècheuses, les hottes de cuisine et les ventilateurs d'extraction des locaux techniques. Le fonctionnement de ces appareils dans des immeubles bien hermétiques peut entraîner la défaillance des systèmes d'évacuation des gaz des appareils à combustion. Si un appareil à combustion non scellé se trouve dans un local technique ou un appartement où sont mises en œuvre des mesures de réduction des fuites d'air, il faudrait envisager d'installer un appareil à combustion scellé. Si cela est impossible, il faut évaluer les besoins en air de combustion des appareils et veiller à ce que l'alimentation des locaux en air de combustion soit suffisante.

Quand les appareils à combustion sont situés dans un appartement faisant l'objet de travaux d'étanchéisation, il est recommandé de réaliser un essai pour évaluer les risques d'émanations de gaz de combustion conformément à la norme CAN/CGSB 51.71, *Depressurization Test*. Si l'immeuble est équipé d'un système de chauffage central et que les émanations de gaz de combustion représentent un risque, il faut consulter un entrepreneur en systèmes mécaniques.

4.4 ÉTAPE 4 : CHOISIR LES MATÉRIAUX

Une fois qu'on a décidé des endroits à étanchéiser, qu'on a déterminé les travaux prioritaires et qu'on a corrigé les problèmes du bâtiment et autres, les travaux peuvent commencer. Il s'agit d'abord de déterminer quels matériaux et méthodes on emploiera pour chaque emplacement. Il existe une variété de matériaux de calfeutrage :

- mousses d'étanchéité à pulvériser, dont des mousses de polyuréthane à un ou à deux composants;
- mastics d'étanchéité dans toutes les gammes de flexibilité et de durabilité;
- coupe-froid et garnitures d'étanchéité;
- membranes.



Mousses à pulvériser

Les mousses à pulvériser comptent parmi les produits les plus utilisés pour les travaux de calfeutrage. Il existe toute une gamme de mousses d'étanchéité. Elles sont généralement formulées avec un ou deux composants d'uréthane ou de polyisocyanate (figure 4-8). Parmi ses avantages, la mousse :

- adhère bien à différents matériaux;
- possède une haute valeur isolante;
- peut servir de pare-air et de matériau isolant;
- est économique à installer.

Les mousses isolantes viennent en différentes densités et caractéristiques d'expansion. Pour les applications devant servir de pare-air, des densités de 16 kg/m^3 (1 lb/pi^3) à 50 kg/m^3 (3 lb/m^3) sont recommandées. Les mousses de moindre densité coûtent moins cher, mais leur structure à cellules ouvertes procure une moins grande force de cohésion et d'adhésion.

Le taux de foisonnement (d'expansion) des mousses, après l'application, varie de 10 à 100 %. Méfiez-vous des mousses à grand foisonnement dont l'expansion peut provoquer la déformation ou le déplacement des matériaux adjacents. Ce risque est d'autant plus grand si la mousse sert à calfeutrer le pourtour des fenêtres, car les mousses à grand foisonnement risquent alors de provoquer la déformation du dormant de la fenêtre.

Il faut bien lire les directives du fabricant au sujet des températures d'application du produit.

Mastics d'étanchéité

Il existe toute une gamme de mastics d'étanchéité. Ceux-ci peuvent être classés dans les différentes catégories suivantes :

- produits à haute performance à base de silicones à mûrissement chimique neutre
- polyuréthanes
- produits à base de polysulfure
- mastics élastomères thermoplastiques
- silicones résistant à la moisissure
- produits à base d'acétoxysilicone

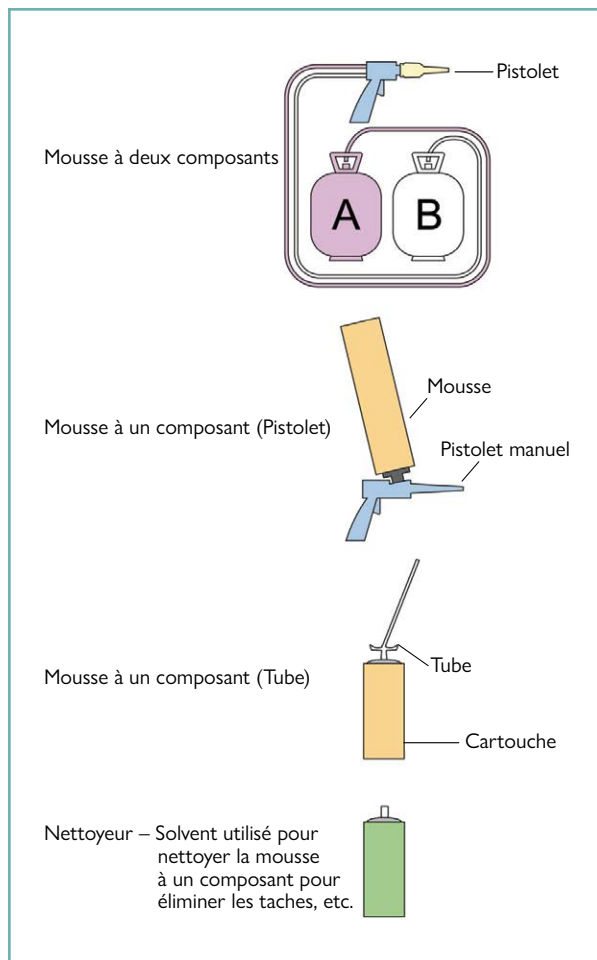


Figure 4-8 Mousses à pulvériser

Mise en garde relative au classement de résistance au feu des mousses d'étanchéité

Les mousses d'étanchéité peuvent constituer un risque en cas d'incendie à cause de l'épaisse fumée toxique qu'elles produisent lorsqu'elles prennent feu. La plupart des codes du bâtiment exigent que les mousses d'étanchéité soient recouvertes d'un matériau résistant au feu tel que des plaques de plâtre ou un coulis. Pour s'assurer du respect des règlements en vigueur, consultez les autorités locales responsables de l'application du code du bâtiment avant d'utiliser ces mousses.

- acryliques
- latex acrylique à un composant
- mastics acoustiques
- butyles
- produits à base d'huile

Pour choisir le bon mastic d'étanchéité, il faut comprendre les caractéristiques et les limites de chacun. La capacité de mouvement est l'un des facteurs les plus importants dans le choix d'un mastic d'étanchéité, surtout si l'on s'attend à un mouvement du joint sous l'effet de la chaleur solaire, des variations du taux d'humidité ou de mouvements de la structure. Les autres facteurs à prendre en considération dans le choix d'un mastic d'étanchéité sont la résistance aux rayons ultraviolets, la compatibilité avec les supports (les matériaux qu'il scelle), la durée de vie utile, la conception du joint et, si le produit est destiné à être appliqué à l'intérieur, ses répercussions sur la qualité de l'air pendant le durcissement.

Mastics d'étanchéité à faible capacité de mouvement

Comme ils sont inflexibles, les mastics d'étanchéité plastiques ou à faible capacité de mouvement ne résisteront qu'à des mouvements légers et peu fréquents des joints. Leur durabilité est réduite par l'exposition aux rayons du soleil et aux chaleurs et froids extrêmes. Ces produits peuvent être à base de caoutchouc bitumineux, de résines grasses et de butylcaoutchouc. Les applications de ce type de produit doivent se limiter aux joints qui ne sont pas soumis à des mouvements constants ni à des fléchissements importants et qui sont relativement protégés des intempéries. Ils sont recommandés si les mouvements ne dépassent pas 5 % de la largeur du joint. La durée de vie utile de cette catégorie de produits varie selon le matériau qui compose les produits et le degré d'exposition. Les mastics d'étanchéité appartenant à cette catégorie peuvent convenir au calfeutrage à l'intérieur de joints qui ne subissent aucun mouvement, comme à la jonction du plafond et des murs ou des murs et du plancher. Toutefois, s'ils sont utilisés à l'extérieur et exposés aux éléments, il faudra les remplacer après deux à cinq ans.

Mastics d'étanchéité à capacité de mouvement moyenne

Ces produits se divisent en deux catégories : les produits plastico-élastiques et les produits élasto-plastiques. Les premiers comprennent le latex acrylique, le solvant acrylique, le butyle et les élastomères thermoplastiques (kreytons). Ces produits conviennent aux joints qui bougent peu, comme les joints de dilatation des assemblages de maçonnerie. Ils sont recommandés si les mouvements ne dépassent pas 25 % de la largeur du joint. S'ils sont installés correctement, leur durée de vie utile va de 5 à 15 ans dans le cas des produits plastico-élastiques, et de 10 à 20 ans dans le cas des produits élasto-plastiques.

Mastics d'étanchéité à grande capacité de mouvement

Les mastics d'étanchéité élastiques ou à grande capacité de mouvement comprennent les produits à base de polyuréthanes à un ou à deux composants de même que les produits à base d'acétoxysilicone et les silicones à mûrissement chimique neutre. Ces produits reprennent complètement leur forme après la plupart des déformations qu'ils peuvent subir et conviennent aux joints larges qui se déplacent rapidement comme entre des métaux et d'autres matériaux (dans les dormants de fenêtres, par exemple). Ils adhèrent bien à un vaste éventail de matériaux. Ces mastics d'étanchéité ont en général des durées de vie utile allant de 10 à 25 ans.



Conception des joints à calfeutrer

Même si les entrepreneurs en calfeutrage doivent travailler avec les joints existants, il est utile qu'ils sachent comment ceux-ci devraient être conçus et installés. Le mastic d'étanchéité appliqué dans un joint doit permettre aux matériaux adjacents de prendre de l'expansion et de se contracter. Il ne doit ni se fissurer (défaillance de cohésion) ni se détacher du support (défaillance d'adhésion). Pour éviter les risques de telles défaillances, voici la marche à suivre recommandée.

- Le joint doit offrir une extension maximale les jours froids lorsque les matériaux s'éloignent l'un de l'autre en se contractant. Les mastics d'étanchéité se comportent différemment selon les températures. Assurez-vous que le produit peut atteindre son extension maximale aux températures les plus froides auxquelles il sera exposé.
- La largeur de la bande de calfeutrage doit être déterminée en fonction du mouvement prévisible entre les deux surfaces adjacentes calfeutrées et de la capacité de mouvement du produit. En général, pour bien remplir son rôle, la bande de calfeutrage doit être d'une largeur supérieure à 6 mm sans égard au mouvement prévisible des matériaux.
- La profondeur de la bande de calfeutrage au centre du joint devrait généralement correspondre à la moitié de sa largeur. Utiliser au besoin un profilé en mousse de section cylindrique comme fond de joint. Les joints de calfeutrage ne devraient être liaisonnés qu'à deux surfaces situées de part et d'autre du joint. Si l'on utilise un fond de joint, cela ne pose en général aucun problème. Si l'on réalise un joint-congé, on doit recourir à un ruban antiadhésif qui permettra le mouvement des joints. La figure 4-9 montre les détails de conception de trois joints de calfeutrage couramment utilisés en construction. Un profilé en mousse de polyéthylène de section cylindrique sert normalement de fond de joint. La figure 4-10 montre la marche à suivre pour sceller les points de pénétration.

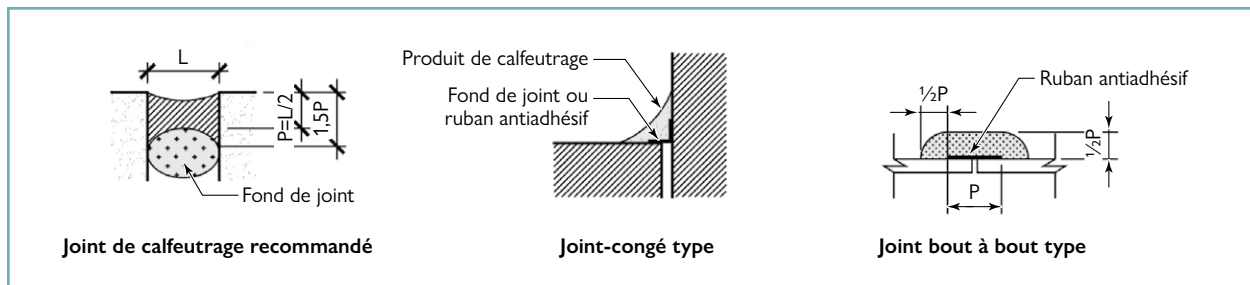


Figure 4-9 Conception de joints à calfeutrer

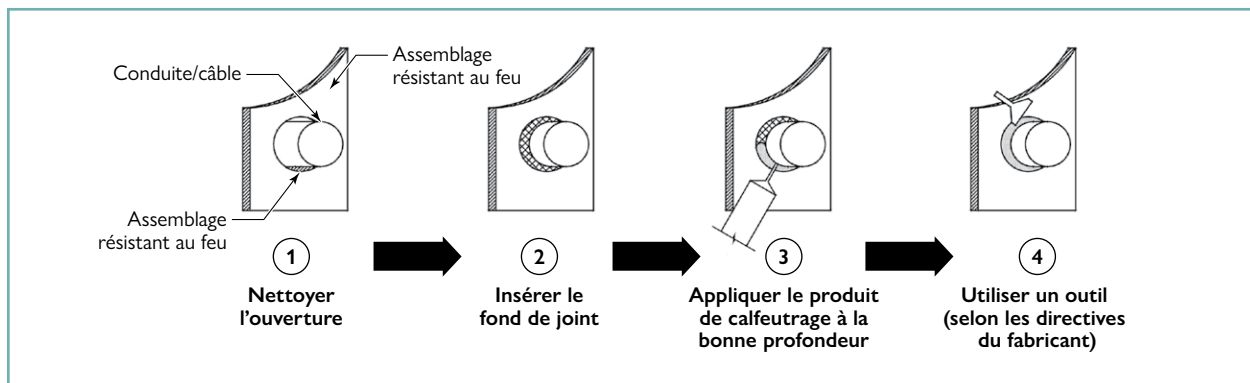


Figure 4-10 Étapes habituelles de réalisation des joints de calfeutrage

Coupe-froid

Différents coupe-froid pour portes et fenêtres sont offerts sur le marché, par exemple :

- des coupe-froid tubulaires et des coupe-froid à brosses de remplacement (voir la figure 4-11) destinés à des travaux d'amélioration éconergétique;
- des coupe-froid en V robustes et des coupe-froid en mousse compressible destinés à étanchéiser les portes dans leur cadre;
- des coupe-froid à brosses pour bas de porte (figure 4-12).

Il est important de bien choisir le type de coupe-froid si l'on veut améliorer le rendement éconergétique des portes et des fenêtres. Dans le cas des portes, le coupe-froid doit être durable et souple et ne doit pas nuire à l'utilisation de la porte ni l'empêcher de fermer correctement.

La largeur de l'espace entre la porte et son cadre varie d'une saison à l'autre. Par conséquent, au moment de choisir un nouveau coupe-froid, il faut accorder la préférence aux types qui s'adaptent à des variations de la largeur de cet espace allant jusqu'à 5 mm (0,2 po), ce qui peut se produire certaines années.

Un coupe-froid peut soit se comprimer (comme un coupe-froid creux tubulaire), soit se plier (comme un coupe-froid en plastique en V). On devrait choisir un type de coupe-froid qui n'oblige pas à employer une force excessive pour fermer la porte. Comme on le voit à la figure 4-13, le coupe-froid peut s'installer sur le chant de la porte, sur l'arrêt de porte et sur les montants de porte. Le coupe-froid qui s'installe sur les montants est de type tubulaire. Celui qui s'installe sur le chant de la porte est de type en V et celui qui s'installe sur l'arrêt de porte est de type tubulaire creux.

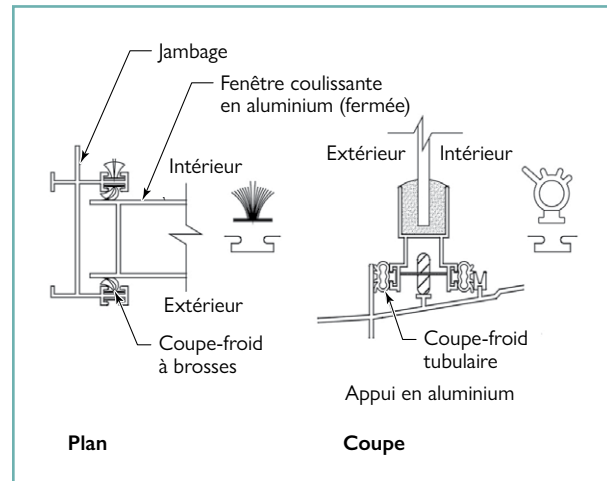


Figure 4-11 Profils de coupe-froid

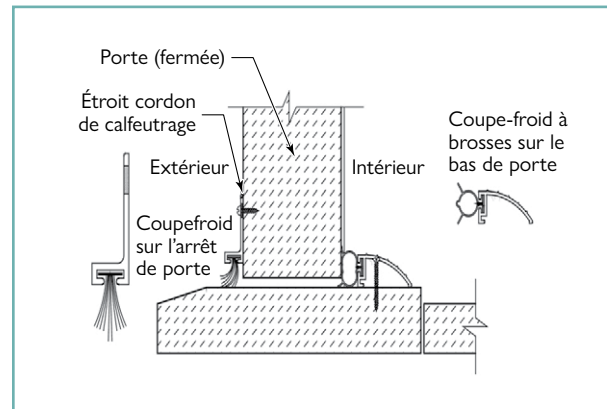


Figure 4-12 Porte ouvrant vers l'extérieur, dotée d'un coupe-froid à brosses sur le bas de porte et d'un coupe-froid sur l'arrêt de porte

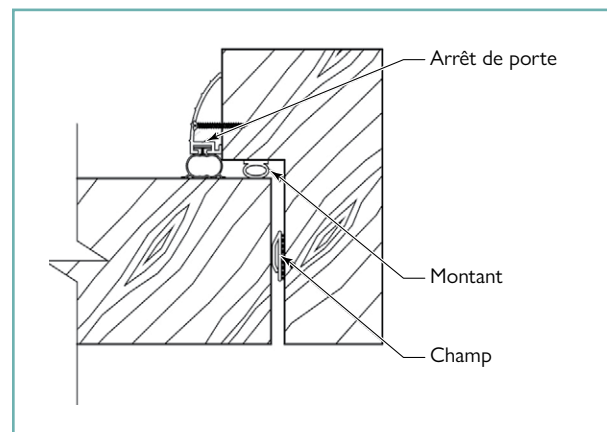


Figure 4-13 Emplacements possibles des coupe-froid

Selon le sens d'ouverture de la porte, les coupe-froid installés sur les arrêts de porte peuvent être davantage exposés aux températures extérieures, ce qui risque d'en raccourcir la durée de vie utile.

Les coupe-froid posés sur les montants de porte doivent pouvoir s'adapter à des espaces très variables entre la porte et son cadre. Dans certains coupe-froid, cela se fait au moyen de ressorts qui, grâce à la pression qu'ils exercent, permettent d'étanchéiser un espace allant jusqu'à 6 mm (1/4 po). Les coupe-froid installés sur les montants de porte sont entièrement exposés aux températures extérieures. Il faut savoir que les coupe-froid à ressort risquent de laisser de l'air passer autour des ressorts quand ceux-ci sont comprimés.

Lorsque le coupe-froid est installé sur le linteau, les mêmes exigences d'installation s'appliquent que lorsqu'il est installé sur le montant recevant la gâche, mais l'espace peut être plus étroit. Dans la mesure du possible, utiliser le même coupe-froid sur le linteau et sur le montant recevant les charnières que sur le montant recevant la gâche.

Coupe-froid pour seuils

Ces coupe-froid se classent en deux grandes catégories : ceux qui se posent sur le bas de porte et ceux qui se posent sur le seuil. On utilise les coupe-froid pour seuils de porte quand la porte ouvre vers l'extérieur ou si elle est protégée des intempéries. Les coupe-froid pour bas de porte se posent autant sur les portes qui ouvrent vers l'intérieur que sur les portes qui ouvrent vers l'extérieur.

Portes-tambours

Inspectez le coupe-froid sur le bas des portes-tambours. Il est recommandé d'utiliser les coupe-froid du fabricant de la porte.

Membranes

Les membranes peuvent être soit des feuilles, soit des produits qu'on applique à l'état liquide. Elles ne possèdent pas de propriétés structurales permettant de transférer des charges et se posent sur un support de maçonnerie ou sur des panneaux.

Les produits en feuille types comprennent :

- les membranes auto-adhésives;
- les membranes en feuilles EPDM;
- les membranes à base de silicone.

Mise en garde relative à l'utilisation de matériaux souples comme pare-air dans les tours d'habitation

Même si les feuilles de polyéthylène sont largement utilisées comme pare-air dans les immeubles collectifs de faible hauteur et non attenants, il n'est pas recommandé de les utiliser dans les tours d'habitation. L'expérience de l'industrie montre que les surcharges accrues imposées au pare-air dans ces tours entraînent souvent la détérioration des feuilles de polyéthylène. De même, le ruban à conduits, le ruban métallique et le ruban adhésif employés en construction ne sont pas recommandés pour sceller ou unir des pare-vapeur dans les tours d'habitation, car les données sur leur durée utile quand ils sont utilisés à ces fins sont insuffisantes.

Toutes les membranes ont des propriétés de pare-air. On les classe en deux catégories selon qu'elles sont perméables ou non à la vapeur d'eau. Les membranes perméables laissent passer la vapeur d'eau mais résistent aux fuites d'air, tandis que les membranes imperméables résistent à la vapeur d'eau et à l'air.

Dans bien des cas, les membranes extérieures pare-air jouent aussi le rôle de premier écran de protection contre l'eau; elles doivent donc être non seulement étanches, mais aussi installées minutieusement de manière à prévenir la pénétration d'eau par l'extérieur.

On peut se servir de bandes de membranes pour sceller des matériaux ensemble. Par exemple, les membranes auto-adhésives offrent une transition durable entre un pare-air sur le toit et les murs d'un immeuble étanchéisé en façade, ou entre des murs et des dormants de fenêtres.

Les membranes réalisées à partir de produits liquides comprennent un éventail de produits pare-air appliqués à la truelle, par pulvérisation ou au rouleau et destinés à étanchéiser les murs. Ces membranes peuvent servir à étanchéiser des murs de maçonnerie entre un garage et le reste de l'immeuble. En général, toutefois, on installe ce type de membrane à l'intérieur d'un mur; elle fait alors partie d'un système de protection contre les fuites d'air inaccessible. Par conséquent, l'utilisation de membranes obtenues à partir de produits liquides dans le cadre de travaux d'amélioration éconergétique convient surtout aux travaux de réparation ou de restauration d'envergure qui comportent l'enlèvement des revêtements et qui exposent la structure.

Le tableau 4-2 présente une liste de produits d'étanchéisation à l'air.

Tableau 4-2 Liste des produits recommandés pour l'étanchéisation à l'air

Produit	Durabilité	Application	Commentaires
Mousses à pulvériser			
Mousses de polyuréthane et d'icynène	Moyenne	- Servent à boucher des trous dans des endroits protégés des rayons ultraviolets - Doivent être utilisés avec d'autres matériaux pour procurer une résistance au feu s'il faut rendre l'assemblage incombustible - Ne se prêtent pas à l'application par temps froid : consulter les instructions du fabricant concernant la température minimale d'application	- Comprennent les produits à un ou deux composants à base d'uréthane et d'icynène - Se lient à un éventail de matériaux, sauf le polyéthylène, le téflon et les plastiques siliconés - Doivent être recouvertes d'un matériau incombustible quand elles sont utilisées dans des assemblages coupe-feu
Mastics d'étanchéité			
Mastics d'étanchéité à faible capacité de mouvement	Faible	Conviennent quand le mouvement prévisible des matériaux est faible	Peuvent être à base : - de butylcaoutchouc - de caoutchouc synthétique - d'huile
Mastics d'étanchéité à capacité de mouvement moyenne	Moyenne	S'appliquent à l'intérieur sur des petits joints quand le mouvement prévisible des matériaux est modéré	Peuvent être à base : - de latex acrylique - d'élastomères thermoplastiques
Mastics d'étanchéité à grande capacité de mouvement	Moyenne	- Conviennent aux applications intérieures ou extérieures - Durent longtemps	Peuvent être à base : - de silicones à mûrissement chimique neutre - d'acétoxysilicone - de polyuréthanes - de polysulfures
Coupe-froid et garnitures d'étanchéité			
Feutres	Faible	Montants de porte et linteaux	- Se déforment facilement - Adhèrent mal aux supports - Étanchéité à l'air médiocre
Rubans de plastique à alvéoles ouvertes	Faible	Montants de porte et linteaux	- Se déforment facilement - Adhèrent mal aux supports - Étanchéité à l'air médiocre
Rubans de plastique à alvéoles fermées	De faible à élevée	Montants de porte et linteaux	Offrent un rendement variable selon le produit
Coupe-froid à ressort en métal	Moyenne	Montants de porte, linteaux, fenêtres à battants	- S'adaptent aux aspérités des portes et des fenêtres - S'adaptent au jeu produit par les variations climatiques - Peuvent être appliqués par temps froid

Tableau 4-2 Liste des produits recommandés pour l'étanchéisation à l'air (suite)

Produit	Durabilité	Application	Commentaires
Coupe-froid et garnitures d'étanchéité			
Bandes de polypropylène en V	Moyenne	• Montants de porte, linteaux, fenêtres à battants	• S'adaptent aux aspérités des portes et des fenêtres • Peuvent être appliqués par temps froid
Coupe-froid à brosses avec jupette	Moyenne	• Conviennent au remplacement des coupe-froid des portes et des fenêtres coulissantes	• Assurent une étanchéité à l'air convenable, mais n'empêche pas l'eau de pénétrer là où de la pluie risque d'être poussée par des vents puissants
Coupe-froid tubulaires	Moyenne	• Conviennent au remplacement des coupe-froid des portes et des fenêtres coulissantes • Offerts en différents profilés	• Procurent une bonne réduction des fuites d'air et préviennent la pénétration de la pluie
Coupe-froid pour bas de porte et seuils	De faible à élevée	• S'utilisent au bas des portes extérieures et sur les seuils des portes extérieures	• Bandes de bois, de métal ou de plastique scellant l'espace entre la porte et le sol • Tenir compte des besoins de ventilation si le coupe-froid est installé sur des portes intérieures
Garnitures d'étanchéité pour prises de courant et interrupteurs	Moyenne	• S'installent facilement • Procurent une bonne étanchéité à l'air des prises de courant et interrupteurs installés sur des murs dépourvus d'un pare-air ou pare-vapeur efficace	• Garnitures d'étanchéité en polyuréthane d'un format conçu pour s'insérer derrière des plaques standard • S'assurer d'acheter un produit homologué CSA
Membranes			
Membranes souples auto-adhésives et bitumineuses	Moyenne	• S'utilisent dans le cadre d'un système de protection contre les fuites d'air inaccessible	• Nécessitent l'installation d'un support • Obligent à tenir compte de la diffusion de vapeur
Garnitures d'étanchéité EPDM	Moyenne	• Forment un joint étanche par friction autour des pénétrations du matériel électrique et des organes mécaniques	• S'utilisent dans le cadre d'un système de protection contre les fuites d'air à la plupart des points de pénétration des conduites et des conduits
Membranes réalisées à partir d'un liquide	Moyenne	• S'utilisent dans le cadre d'un système de protection contre les fuites d'air inaccessible et sur des murs de blocs de béton	• S'obtiennent à partir de divers produits offrant des caractéristiques variables d'étanchéité et de diffusion de la vapeur
Feuilles de polyéthylène	Faible	• Conviennent comme pare-vapeur	• Ne respectent pas les exigences structurales pour des utilisations comme pare-vapeur dans les tours d'habitation, à moins qu'un support convenable ne soit prévu dans l'assemblage



4.5 ÉTAPE 5 : RÉALISER LES TRAVAUX D'ÉTANCHÉISATION À L'AIR

Une fois que les fuites d'air sont localisées et que leur ordre de priorité est établi, les travaux d'étanchéisation à l'air peuvent commencer. La priorité doit être accordée aux plus grandes ouvertures (importantes et majeures) qui figurent sur la liste de vérification à l'annexe C. Les plus petites ouvertures seront calfeutrées si le temps et le budget le permettent.

La présente section indique comment réduire les fuites d'air aux principaux points de pénétration, notamment :

1. le bas de l'immeuble;
2. le haut de l'immeuble;
3. les murs extérieurs;
4. les planchers et les murs de séparation intérieurs.

La priorité est accordée au haut et au bas de l'immeuble parce que ce sont les endroits où la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur est le plus élevé (à cause de l'effet de tirage) et, par conséquent, les plus sujets aux fuites d'air.

Voici quelques-uns des grands principes à observer dans tout projet d'étanchéisation à l'air.

1. S'assurer d'un support structural convenable pour le pare-air choisi et les joints entre les éléments de l'assemblage.
2. Veiller à ce que tous les matériaux respectent ou dépassent les exigences de résistance au feu applicables à l'assemblage et les exigences quant à la propagation des flammes et à la production de fumée. Faire approuver les plans par les autorités locales responsables de l'application du code du bâtiment.
3. Dans les bâtiments dotés de structures en acier ignifugées, enlever les matériaux d'ignifugation avant de procéder aux travaux d'étanchéisation à l'air, puis les remettre en place une fois les travaux terminés.
4. Le scellement du plan d'étanchéité garantit la continuité du système de protection contre les fuites d'air. Utiliser des matériaux compatibles avec les surfaces de contact.

4.5.1 Travaux d'étanchéisation dans le bas de l'immeuble

Voici un aperçu des nombreuses installations techniques qui traversent le pare-air dans le bas des immeubles :

- câbles électriques et conduites de gaz;
- conduites d'alimentation en eau des appartements;
- conduites des égouts sanitaires (figure 4-14);
- conduites de lutte contre les incendies;
- conduites des égouts pluviaux;
- câbles des réseaux de communication;
- conduits de ventilation.

Les installations techniques suivent habituellement un parcours horizontal ou vertical qui les amène dans une série de gaines, de canalisations et de niches depuis les garages jusqu'aux points de distribution dans l'immeuble. Si les pénétrations de ces installations techniques ne sont pas étanches, elles peuvent permettre à l'air du garage de s'infiltrer librement dans l'immeuble.

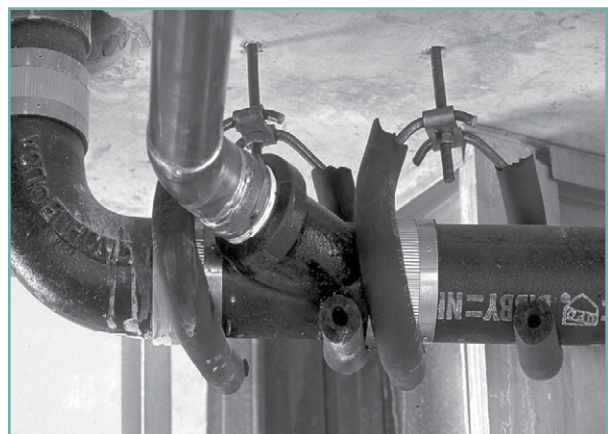


Figure 4-14 Points de pénétration de plomberie

Pénétrations dans le plafond du garage

Il faut étanchéiser et enduire d'un produit résistant au feu les points de pénétration des canalisations, des câbles électriques et des conduits qui traversent le plafond du garage. Il peut s'agir de canalisations de plomberie, d'extincteurs automatiques, de canalisations d'incendie et d'installations électriques.

Pénétrations dans les murs techniques

Étanchéisez les points de pénétration des installations électriques et mécaniques dans les murs techniques (figure 4-15). Les murs techniques sont habituellement faits de blocs de béton qui séparent le garage et les aires de service non habitées des aires communes habitées, y compris les ascenseurs, le hall et les cages d'escalier. Les petites ouvertures peuvent être colmatées avec un mastic d'étanchéité ou une mousse d'étanchéité (figure 4-16). Les grosses ouvertures peuvent être bouchées avec des plaques de plâtre scellées au mur technique et aux points de pénétration.

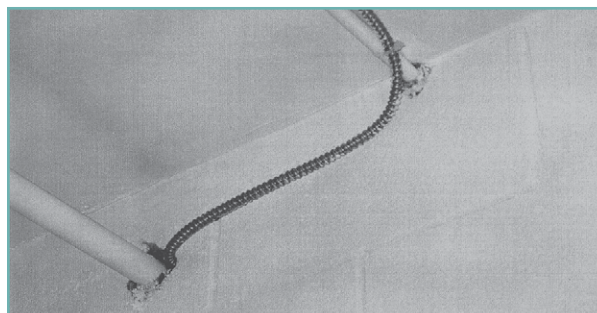


Figure 4-15 Points de pénétration de plomberie dans le mur d'un garage (photo : Proski Engineering Ltd.)

Jonction de la dalle de plancher et des murs

Les matériaux utilisés comme pare-air qui servent à étanchéiser les murs intérieurs doivent se prolonger au-delà de la jonction des murs et des dalles de plancher et de plafond afin d'assurer la continuité du plan d'étanchéité. Pour ce faire, on peut utiliser du crépi de ciment dans le haut et le bas des murs de béton. On doit sceller les plaques de plâtre avec un mastic d'étanchéité ou de la mousse. On peut utiliser un mastic d'étanchéité classé résistant au feu pour étanchéiser les fissures et les espaces au sommet et au bas du mur, à la jonction du mur et des cadres de porte, à la jonction du mur et des orifices de ventilation ou à toute autre pénétration.

Locaux des installations mécaniques et électriques

On trouve de multiples pénétrations de conduites, de conduits, de câbles et de canalisations électriques dans les murs et plafonds des locaux techniques abritant le matériel de commutation, les installations électriques, le robinet de commande du réseau d'extincteurs automatiques et les pompes. Là où ces installations traversent les murs techniques ou la dalle de plancher du rez-de-chaussée, il est important d'assurer une bonne résistance au feu et une bonne étanchéité à l'air en utilisant une combinaison de mousses, de mastics d'étanchéité et de matériaux coupe-feu. Si aucun travail d'ignifugation n'a été fait, des interventions sont possibles pour réduire les fuites d'air. On doit installer des coupe-froid sur le bas des portes d'accès aux locaux techniques et sceller les cadres de ces portes aux murs adjacents.

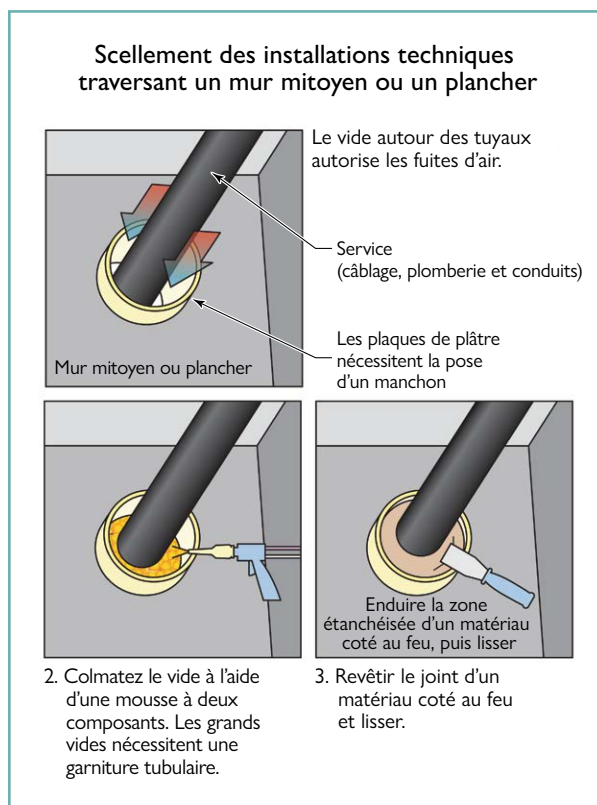


Figure 4-16 Calfeutrage des canalisations

Local de réception des ordures

Le local de réception des ordures est relié par le vide-ordures à toute la hauteur de l'immeuble. Le puits du vide-ordures constitue un parcours de fuite possible qui peut être responsable de la propagation d'odeurs et qui peut contribuer à l'effet de tirage. On doit en général calfeutrer soigneusement la jonction des dalles de plancher et du vide-ordures. On peut tailler des feuilles de métal pour combler l'interstice entre le vide-ordures et la dalle de plancher si l'espace est trop grand pour être comblé uniquement avec des produits d'étanchéité.

Des dispositifs d'obturation spécialement conçus peuvent être installés à la base du vide-ordures pour en assurer l'étanchéité à l'air. Non seulement ces dispositifs empêchent-ils le vide-ordures d'agir comme cheminée, mais ils limitent aussi la propagation des odeurs dans l'immeuble et constituent un coupe-feu qui freine la propagation des flammes si un incendie se déclare dans le compacteur du garage ou dans la benne à rebuts.

Étancheïsez la porte d'accès au local de réception des ordures à l'aide d'un coupe-froid. Installez au besoin de nouveaux coupe-froid sur les portes d'extérieur escamotables en plafond.

Comblez les vides entre les conduits et les murs extérieurs du local de réception des ordures avec un mastic d'étanchéité ou une mousse d'étanchéité (figure 4-17). Notez que, si un conduit pénètre dans un mur intérieur, il est probable qu'il y ait un registre coupe-feu dans le conduit et une bride d'acier qui relie le registre et le conduit au point de pénétration dans le mur. Il s'agit d'un assemblage classé résistant au feu. Si des travaux d'étanchéisation supplémentaires sont nécessaires, consultez les autorités locales responsables de l'application du code du bâtiment sur les méthodes et matériaux qu'elles jugent acceptables.

Corridors, vestibules et halls d'entrée des ascenseurs

Étancheïsez les portes menant du sous-sol ou du garage souterrain aux corridors, aux cages d'escaliers, aux vestibules et aux halls d'entrée des ascenseurs, afin de réduire la circulation d'air vers les étages habités.

Installez des coupe-froid sur les portes donnant sur des halls d'entrée, des vestibules et un accès à des corridors ou à des vestibules conduisant à un garage ou à une cage d'escalier de secours. Étancheïsez la jonction entre les cadres de porte et les murs ainsi que le haut et le bas des murs avec de la mousse d'uréthane ou un mastic d'étanchéité, selon la taille de l'ouverture. Assurez-vous que les matériaux utilisés conviennent au classement de résistance au feu exigé de l'assemblage.

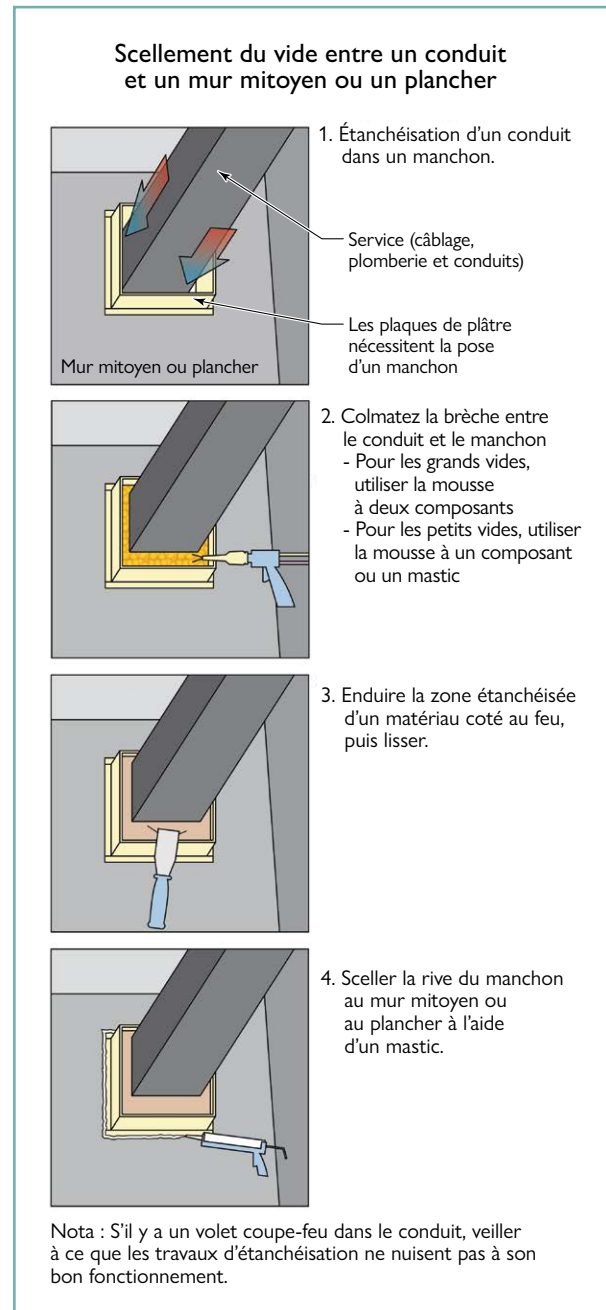


Figure 4-17 Calfeutrage des conduits

4.5.2 Travaux d'étanchéisation dans le haut de l'immeuble

Il y a dans le haut de l'immeuble de nombreuses pénétrations liées aux installations mécaniques, aux ascenseurs, aux accès au toit et à des lanterneaux (puits de lumière). Si ces pénétrations ne sont pas étanchéisées correctement, elles risquent d'occasionner des fuites d'air et des pertes de chaleur importantes. Voici comment il est recommandé de s'y prendre pour étanchéiser des éléments se trouvant dans le haut de l'immeuble.

Cabines de machinerie

Les cabines de machinerie sont souvent situées au sommet des gaines techniques qui s'élèvent depuis la base du bâtiment, comme les cages d'ascenseurs, les conduits de CVC et les canalisations de plomberie. Souvent, elles sont mal étanchéisées, car elles ne sont pas considérées comme faisant partie des aires habitées et chauffées du bâtiment. Il n'en reste pas moins qu'il existe souvent des parcours de fuites qui amènent l'air de l'intérieur à la cabine et de la cabine à l'extérieur.

Avec un mastic d'étanchéité ou une mousse d'étanchéité, obturez le jeu autour des conduits, des câbles et des conduites qui traversent le plancher de la cabine de machinerie. Il peut être nécessaire de boucher les ouvertures plus grosses à l'aide de plaques de plâtre ou de dispositifs d'obturation métalliques. Avec des produits en feuilles, il faut veiller à sceller le joint entre le nouveau matériau et le matériau existant. Étanchéiser les portes en installant un coupe-froid ou une garniture d'étanchéité figurant sur la liste de produits du tableau 4-2. Inspectez le réseau de conduits et assurez-vous de colmater le jeu autour des conduits à leurs points de pénétration dans les planchers et les murs.

Local d'ascenseur hors toit

Réduisez les fuites d'air au sommet de la gaine technique de l'ascenseur en réduisant la grosseur des ouvertures autour des câbles d'ascenseur. Il est possible d'installer autour des câbles d'ascenseur des feuilles de métal minces qu'on fixe et qu'on scelle avec un mastic d'étanchéité pour réduire la taille des ouvertures, comme l'indique la figure 4-18. On peut installer des dispositifs d'obturation en acier autour des câbles d'ascenseur, pourvu qu'on veille à laisser un espace suffisant entre la feuille de métal et les câbles. Étanchéisez la canalisation électrique qui pénètre dans le local d'ascenseur hors toit à l'aide d'un mastic d'étanchéité ou d'une mousse d'étanchéité (figure 4-19). Assurez-vous de créer une barrière contre le feu aux points de pénétration dans les assemblages classés résistants au feu.

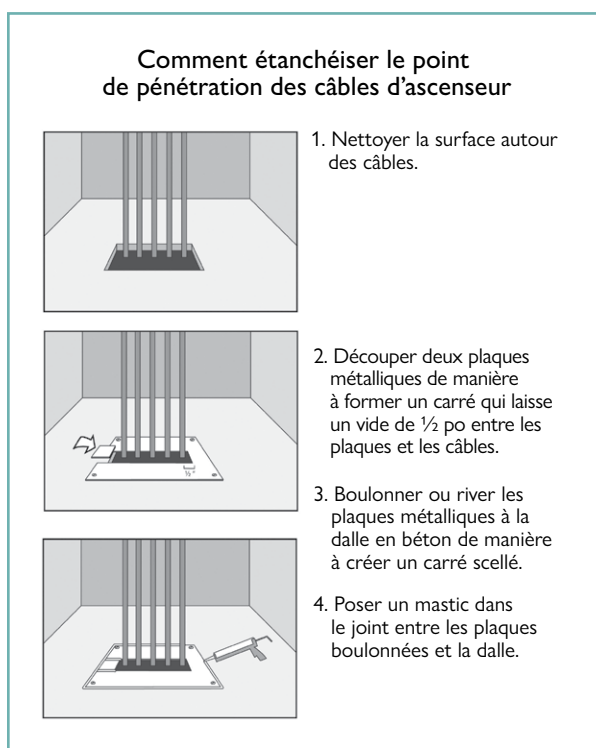


Figure 4-18 Calfeutrage autour des câbles d'ascenseur

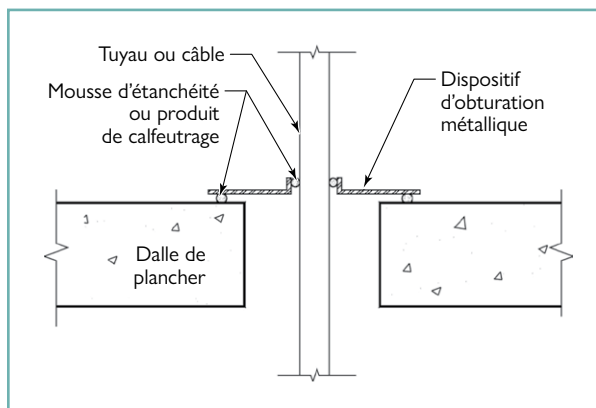


Figure 4-19 Calfeutrage autour des câbles

Interface toiture-murs

Dans la plupart des tours d'habitation, la toiture est constituée d'une dalle de béton. Il arrive aussi qu'on trouve des poutrelles à treillis sur lesquelles du béton est coulé. Depuis les logements de l'étage supérieur, l'accès à la jonction des murs et du plafond n'est généralement pas possible ou se fait difficilement, à moins que des travaux de rénovation d'envergure n'aient été entrepris. Toutefois, il est souvent possible d'étanchéiser la jonction des murs et du toit des constructions hors toit puisque, souvent, l'intérieur de ces espaces est non fini.

À l'intérieur des cabines de machinerie hors toit ou d'autres zones où la jonction des murs et du toit est accessible, veillez à ce que la jonction entre le plafond et les murs revêtus de plaques de plâtre ou en blocs de maçonnerie/béton soit étanchéisée avec un mastic d'étanchéité ou une mousse d'étanchéité. Dans le cadre de projets d'envergure, une bande d'une membrane flexible peut être utilisée pour étanchéiser le joint entre le toit et les murs.

Si le toit est en acier rainuré, de la mousse à pulvériser appliquée à la jonction du toit et des murs donne de bons résultats. Toutefois, les rainures doivent aussi être percées et remplies avec une mousse d'étanchéité à la jonction de la toiture et des murs extérieurs (figure 4-20).

Étanchéisez à l'air les portes et trappes d'accès servant à l'installation de machinerie ou à l'entretien à l'aide de coupe-froid compressibles, comme les joints en néoprène à alvéoles fermées. Remplacez les grilles servant de trappes d'accès par des pièces de métal plein. Dotez les trappes d'accès de garnitures d'étanchéité.

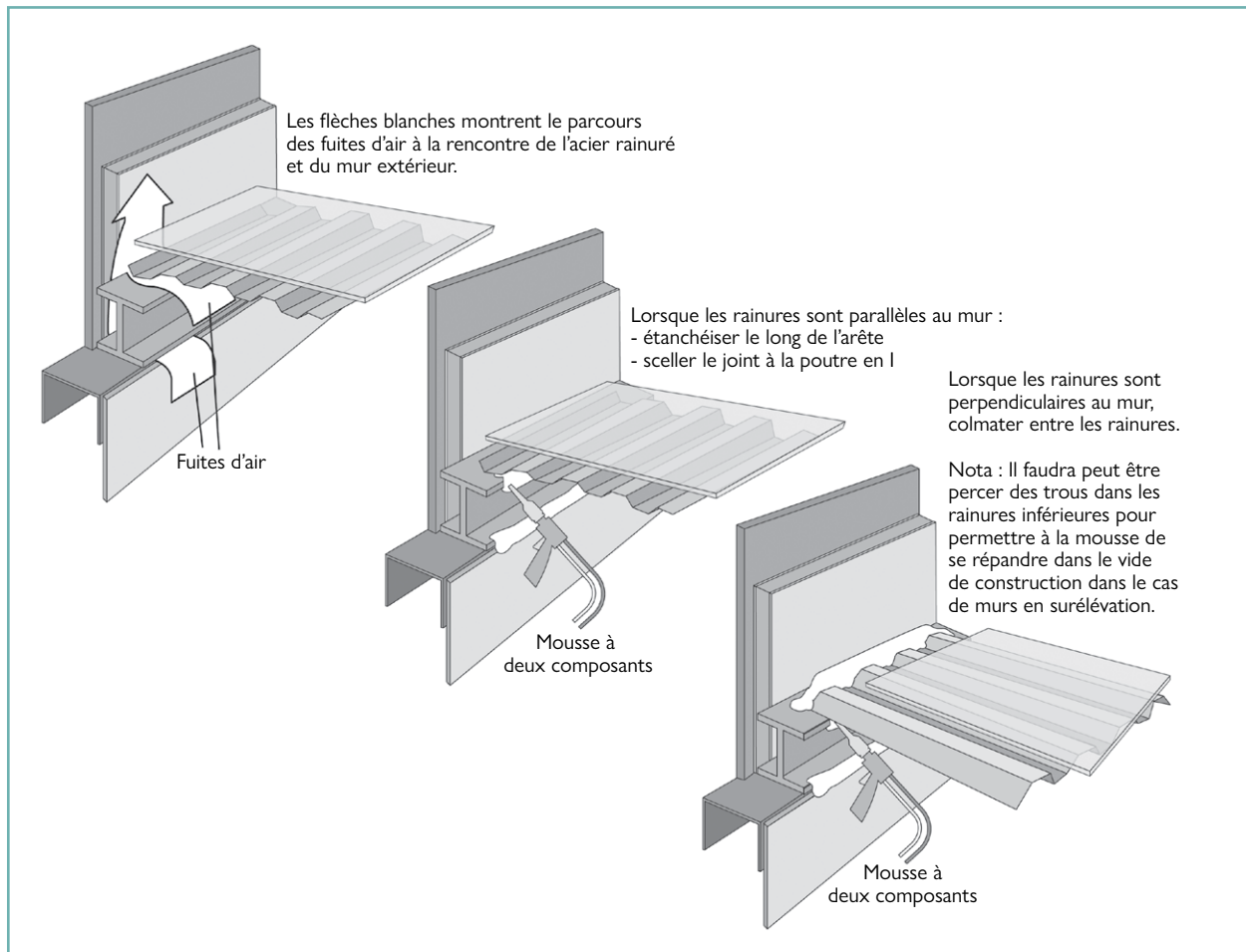


Figure 4-20 Calfeutrage de la jonction des murs et de la toiture

Ouvertures sur le toit

Une membrane étanche sur le toit peut constituer le pare-air principal sur le toit. Parfois, le dessous d'un toit plat en acier ou en béton peut offrir un système de protection contre les fuites d'air. Étancheisez les pénétrations dans cet assemblage. Enlevez ou étancheisez les collerettes et les événements inutilisés.

Drains et événements de plomberie

Quand le joint est accessible par le dessus (comme le système A à la figure 4-21), scellez la bride du collier de métal à la membrane du toit à l'aide de mastic ou d'une membrane de toiture compatible. Quand le système est accessible par le dessous (comme le système B à la figure 4-21), scellez les canalisations et les événements à partir du dessous de la toiture à l'aide d'une mousse d'étanchéité.

Cheminées et sorties d'air chaud

Scellez la jonction de la bride de la collerette de métal et de la membrane du toit à l'aide de mastic ou d'une membrane de toiture compatible. Scellez la jonction de la collerette de métal et de la sortie d'air chaud avec un mastic d'étanchéité à base de silicone haute température avant d'installer le solin destiné à détourner la pluie. Si le dessous de la toiture constitue le système de protection contre les fuites d'air, on peut aussi installer une collerette de métal autour de la cheminée ou de la sortie d'air et l'étancheiser à l'aide d'un mastic d'étanchéité haute température.

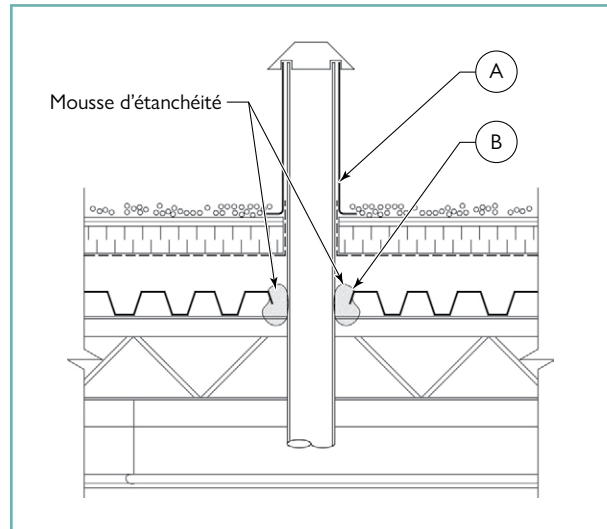


Figure 4-21 Calfeutrage des points de pénétration dans le toit

Jonction des murs et du plancher dans une construction hors toit

On peut utiliser du crépi de ciment dans le haut et dans le bas des murs de béton pour étancheiser la jonction des murs et des planchers. Les murs en plaques de plâtre doivent être étancheisés à l'aide d'un mastic d'étanchéité ou d'une mousse à la jonction avec le plafond. Si un mur de blocs est exposé, un mastic d'étanchéité classé résistant au feu peut être utilisé pour sceller les fissures et les ouvertures dans le haut ou dans le bas du mur, à la jonction du mur et des cadres de porte, à la jonction du mur et des orifices de ventilation et à toute autre pénétration.

Pénétration des installations techniques dans les murs d'une construction hors toit

Scellez les pénétrations des câbles électriques, des conduits et des conduites dans les murs extérieurs de la construction hors toit. Remplissez les ouvertures avec un mastic d'étanchéité ou une mousse, selon la taille de l'ouverture. Assurez-vous que les lames des aérateurs ferment hermétiquement quand les ventilateurs d'extraction ne sont pas utilisés.

Calfeutrez le pourtour des cadres des aérateurs.

Autres possibilités de réduction des fuites d'air sur le toit

Ouverture d'aération du vide-ordures

Scellez les ouvertures d'aération du vide-ordures suivant les mêmes techniques que celles qui sont décrites pour les tuyaux d'évacuation et les sorties d'air froid.

Matériel, trappes d'accès et exutoires de fumée posés sur bordures

Dans la mesure du possible, soulevez les éléments posés sur bordures, y compris les ventilateurs d'extraction et les ventilateurs de soufflage, afin d'inspecter les ouvertures entre le conduit et la bordure de même qu'entre la bordure et la membrane de toiture. Étancheisez avec de la mousse les ouvertures entre les conduits et la toiture (un fond pourrait être nécessaire pour supporter la mousse jusqu'à ce qu'elle durcisse). Nettoyez et lubrifiez tout dispositif de fixation. Au besoin, posez un coupe-froid sur les lames des aérateurs pour qu'elles ferment hermétiquement.

Si la réfection de la toiture est prévue, il est possible de sceller la jonction des éléments posés sur bordures et du système pare-air (figure 4-22). Étancheisez tout jeu entre le conduit et la bordure construite sur le toit à l'aide de dispositifs d'obturation métalliques, d'un mastic d'étanchéité et de mousse. Les conduits peuvent être scellés en créant un manchon au pourtour du conduit à l'aide d'une membrane EPDM ou d'une membrane autocollante (veillez à ce que la membrane soit soutenue par un contreplaqué, une tôle ou une plaque de plâtre). Calfeutrez les joints entre l'équipement et la bordure qui le soutient.

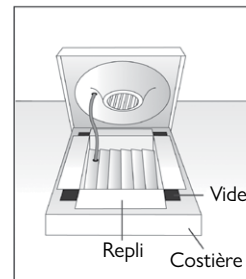
Trappes d'accès

Vérifiez le coupe-froid installé autour des trappes d'accès au toit et remplacez les garnitures d'étanchéité défectueuses.

Portes des cages d'escalier menant sur le toit

Repérez les endroits où la lumière filtre sur le pourtour des portes fermées. Ils indiquent que le coupe-froid est inefficace, usé ou endommagé. Au besoin, installez des coupe-froid pour étanchéiser la porte. Selon la taille de l'ouverture, appliquez du mastic ou de la mousse à la jonction du cadre et des murs, comme l'illustre la figure 4-23. Scellez l'espace sous le seuil à l'aide d'un trait de mastic ou de mousse compatible.

Comment sceller le point de pénétration d'un conduit dans la toiture situé sous un ventilateur d'extraction

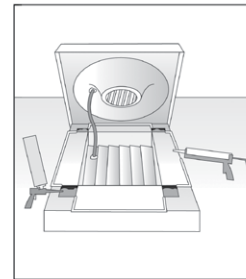


Attention : coupez le courant avant de commencer les travaux.

Conduit sectionné et replié sur la costière, ce qui laisse des vides ou une surface non uniforme.

Remplir le vide entre la tôle et la costière de mousse isolante.

Remplir les trous aux angles de mousse.



Sceller les replis de tôle à l'aide d'un mastic ou de mousse, selon la taille des vides.

Remplir de mousse tout vide au pourtour de l'évent.

Masquer le joint au pourtour du câble et des replis afin de créer un joint étanche à l'air.

Nettoyer et lubrifier les lames et les raccords, et refaire les coupe-froid à l'aide de mousse de néoprène à cellules fermées.

Figure 4-22 Équipement posé sur bordures

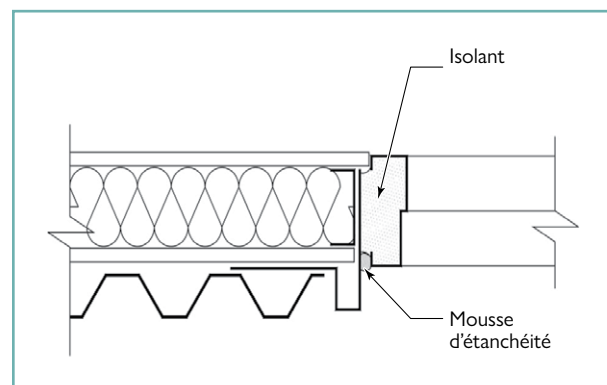


Figure 4-23 Calfeutrage des montants de portes en métal

4.5.3 Étanchéisation à l'air des murs extérieurs du bâtiment

Les jonctions entre les assemblages correspondent normalement aux points des murs extérieurs où se produisent les fuites d'air. Les principaux endroits sur les murs où se produisent ces fuites d'air sont :

- la jonction du plancher et des murs extérieurs;
- la jonction des fenêtres et des murs extérieurs;
- la jonction des murs et des soffites;
- la jonction des murs et des fondations;
- les pénétrations des installations mécaniques et électriques dans les murs extérieurs.

Le choix de la méthode d'étanchéisation à l'air à ces endroits dépend de la conception et de la construction initiales du système de protection contre les fuites d'air ainsi que des éléments qui constituent l'enveloppe. Comme il est mentionné plus haut, le système de protection contre les fuites d'air peut avoir été mis en place à l'extérieur ou à l'intérieur. Voici des façons de procéder selon que l'on a affaire à l'une ou à l'autre de ces configurations.

Jonction du plancher et des murs extérieurs

Dans le cas d'un système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'extérieur (panneaux de béton précoûlé, murs-rideaux en verre, systèmes de finition et d'isolation extérieurs), veillez à ce que tous les joints dans le revêtement soient scellés avec un mastic d'étanchéité durable. N'obtenez jamais les chantepleurs prévues dans le bas des murs pour laisser l'eau s'écouler.

Dans le cas des systèmes de protection contre les fuites d'air mis en place à l'intérieur, appliquez du calfeutrage à la jonction des plaques de plâtre et de la dalle de béton. Pour ce faire, il se peut qu'il faille enlever les boiseries et dégager la moquette. À l'étage du dessous, on peut sceller les plaques de plâtre avec le béton ou les plaques de plâtre du plafond. Ces travaux sont plus faciles à réaliser pendant que le logement est vacant ou à l'occasion de rénovations.

Jonction des fenêtres et des murs extérieurs

La figure 4-24 montre les points qui nécessitent normalement une étanchéisation à l'air. Dans le cas d'un système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'extérieur, les joints entre le revêtement et les dormant de fenêtres peuvent être scellés à l'aide d'un mastic d'étanchéité durable (suivant la méthode A illustrée à la figure 4-24). Veillez à ne pas sceller les orifices d'évacuation dans les dormants de fenêtres.

Dans le cas des systèmes de protection contre les fuites d'air mis en place à l'intérieur, on peut lier la plaque de plâtre à la face intérieure du dormant de fenêtre à l'aide d'un bourrelet de calfeutrage continu réalisé entre la plaque de plâtre et la boiserie et entre la boiserie et le dormant de fenêtre (suivant la méthode B illustrée à la figure 4-24).

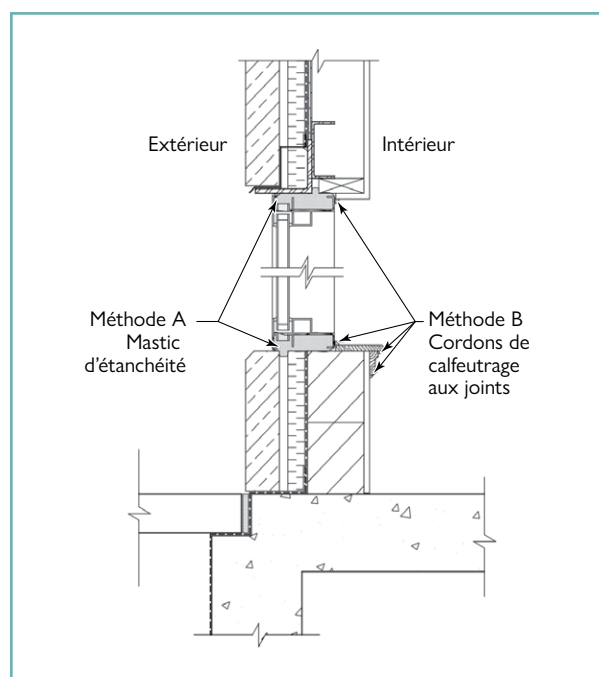


Figure 4-24 Calfeutrage d'une fenêtre

Il est également possible d'enlever la boiserie autour de la fenêtre afin d'appliquer de la mousse ou un mastic d'étanchéité directement entre la plaque de plâtre et le dormant de fenêtre. Cette méthode procure un joint d'étanchéité plus durable et plus efficace. Toutefois, comme elle nécessite plus de travail, on n'y a recours dans les faits que lors du remplacement d'une fenêtre, lors de travaux de rénovation d'envergure ou pendant qu'un logement est vacant.

Jonction des murs et des soffites

On trouve des soffites sous les surfaces de plancher chauffées, c'est-à-dire, en général, là où un plancher s'avance au-dessus d'une zone non chauffée ou à l'extérieur. Les « soffites chauffés » qui contiennent des installations techniques à préserver du gel doivent être étanchéisés à l'air à la face du soffite, comme le montre la figure 4-25. Les soffites chauffés servent aussi à garder chauds les planchers sus-jacents. Des matériaux pare-air comme des panneaux de polystyrène extrudé de type IV ou des plaques de plâtre pour l'extérieur doivent être installés sur le périmètre extérieur du soffite afin d'empêcher l'air d'entrer dans le soffite chauffé ou d'en sortir. Il faut sceller la jonction plaque de plâtre-béton et les joints entre les panneaux de polystyrène extrudé. Un parement de protection et un soffite sont ensuite posés pour couvrir l'assemblage.

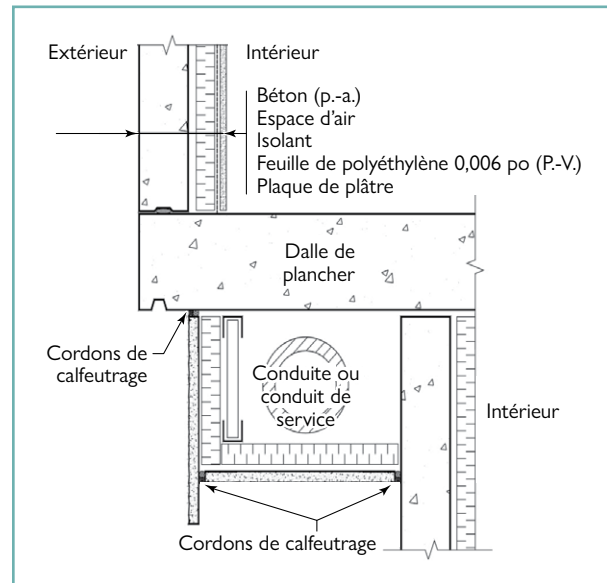


Figure 4-25 Calfeutrage d'un soffite chauffé

Les « soffites froids », qui ne sont destinés à contenir aucune installation technique vulnérable au gel, offrent davantage de possibilités de réduction des fuites d'air. Si le système de protection contre les fuites d'air est mis en place à l'extérieur, veillez à sceller tous les joints et les points de pénétration avec un mastic d'étanchéité. Les boîtiers des appareils d'éclairage encastrés et les panneaux d'accès peuvent être scellés avec un mastic d'étanchéité. Il est possible de former un plan d'étanchéité à l'intérieur et de créer ainsi un pare-air accessible autour d'un soffite froid en appliquant un mastic d'étanchéité à la jonction de la dalle de plancher et du mur extérieur de l'étage du dessus et en appliquant un mastic d'étanchéité ou de la mousse à la jonction de la même dalle de plancher et du mur extérieur de l'étage du dessous.

Les points de pénétration des tuyaux ou des canalisations électriques dans l'enveloppe, puis dans le soffite doivent être scellés avec un mastic d'étanchéité ou une mousse d'étanchéité.

Jonction des murs et des fondations

Il peut y avoir des fuites d'air à la jonction de la dalle de plancher et des murs du rez-de-chaussée et à la jonction de la dalle et du haut des murs de fondations. Selon que le système de protection contre les fuites d'air est mis en place à l'extérieur ou à l'intérieur, on peut étanchéiser ces joints à l'extérieur à l'aide d'un mastic d'étanchéité durable, ou à l'intérieur, à la jonction des plaques de plâtre et de la dalle de plancher.

Portes d'entrée, de locaux techniques et de balcons

Vérifiez si de la lumière filtre du pourtour des portes et vérifiez l'état des coupe-froid et des mastics. Remplacez-les au besoin. Veillez à ce que les cadres de porte soient scellés avec les murs adjacents au moyen d'un mastic d'étanchéité. On peut pulvériser une mousse d'étanchéité entre le cadre de porte et le côté non fini du mur, puis recouvrir le joint d'un mastic d'étanchéité compatible.

Fenêtres

Les fenêtres ouvrantes peuvent être une source majeure de fuites d'air, surtout dans les vieux immeubles. Il est possible d'enlever et de remplacer les coupe-froid installés sur les dormant des fenêtres à battants et des fenêtres coulissantes. Il est recommandé d'acheter un coupe-froid de remplacement fait du même matériau et ayant le même profilé.

Dans le cas des fenêtres basculantes (figure 4-26), on installe généralement un coupe-froid aux endroits suivants :

1. entre les traverses de rencontre;
2. entre la traverse inférieure du châssis du bas et la pièce d'appui du dormant (ou entre la traverse supérieure du châssis du haut et la traverse supérieure du dormant);
3. entre les montants de rencontre du châssis et du dormant.

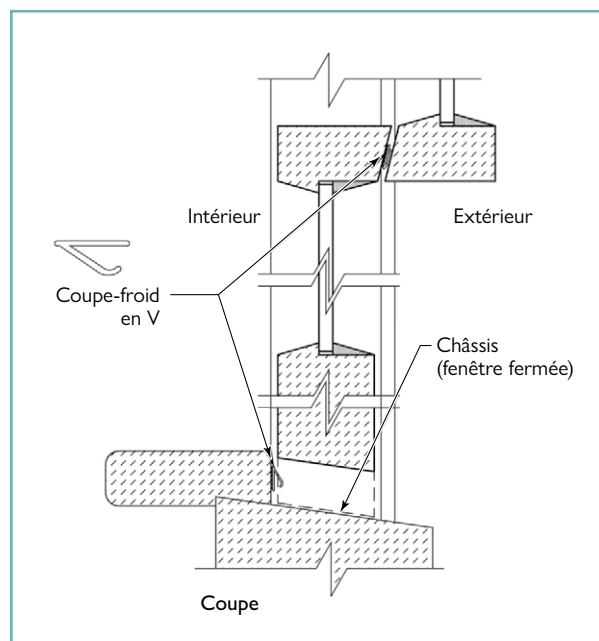


Figure 4-26 Calfeutrage des points de pénétration des fenêtres basculantes

Pour étanchéiser la fenêtre, on applique un coupe-froid en V en plastique derrière la traverse de rencontre du châssis du bas, de sorte que le coupe-froid ne se voit pas quand la fenêtre est fermée. Si l'aspect esthétique importe peu, il est possible d'installer le coupe-froid en V sur la traverse de rencontre du châssis du haut en dirigeant la partie ouverte du V vers le bas, c'est-à-dire vers l'extérieur. Cette façon de procéder laisse le coupe-froid visible quand la fenêtre est ouverte, mais procure une meilleure étanchéité.

Pour assurer l'étanchéité au niveau de la pièce d'appui, on applique un coupe-froid compressible (par exemple en mousse à alvéoles fermées ou tubulaire) qu'on fixe à la traverse inférieure du châssis sur toute sa largeur. On peut aussi utiliser un coupe-froid en V.

Pour étanchéiser les côtés du châssis, on utilise un coupe-froid en plastique auto-adhésif en V. On installe le coupe-froid sur les montants du dormant à partir de la pièce d'appui jusqu'au haut du châssis du bas, en le positionnant le plus près possible de l'extérieur du dormant, le côté ouvert du V dirigé vers l'extérieur.

Assurez-vous que le coupe-froid ne gêne pas l'ouverture de la fenêtre. Autrement, appliquez un lubrifiant sec aux traverses et réglez la butée en conséquence. Vérifiez si le loquet du châssis fonctionne bien. Apportez les réglages nécessaires ou remplacez le loquet au besoin.

Dans bien des tours d'habitation plus anciennes qui ont des fenêtres ouvrantes, les verrous du cadre ne ferment plus adéquatement la fenêtre ou demandent un effort excessif, ce qui est un problème majeur pour de nombreux résidents, en particulier les personnes âgées. Dans ces situations, la quincaillerie doit être remplacée.

Dans le cas des fenêtres fixes, installez au besoin un trait de mastic dans les assemblages à onglet des boiseries. Enlevez l'excédent et passez un linge. Inspectez le mastic de vitrier, la garniture adhésive extérieure ou les garnitures d'étanchéité sur les vitres. Remplacez les matériaux qui se seraient détériorés.

Si les fenêtres sont remplacées, il faut trouver l'emplacement du pare-air dans le mur afin de liaisonner les fenêtres avec celui-ci et ainsi former un plan d'étanchéité englobant le mur et les fenêtres.

Pénétrations des installations électriques dans les murs extérieurs

Installez des garnitures d'étanchéité derrière les plaques des interrupteurs et des prises de courant (voir figure 4-27). Dans le cas des prises de courant, quand la prise n'est pas utilisée, bloquez-la avec des capuchons de sécurité à l'épreuve des enfants en prenant soin d'insérer entre les capuchons et les prises les morceaux d'isolant détachés de la garniture d'étanchéité posée derrière la plaque.

Coupez le courant et enlevez les plinthes chauffantes électriques pour inspecter et, au besoin, sceller le point de pénétration du fil électrique dans le mur. Scellez la jonction murs-plancher à l'aide d'un mastic d'étanchéité.

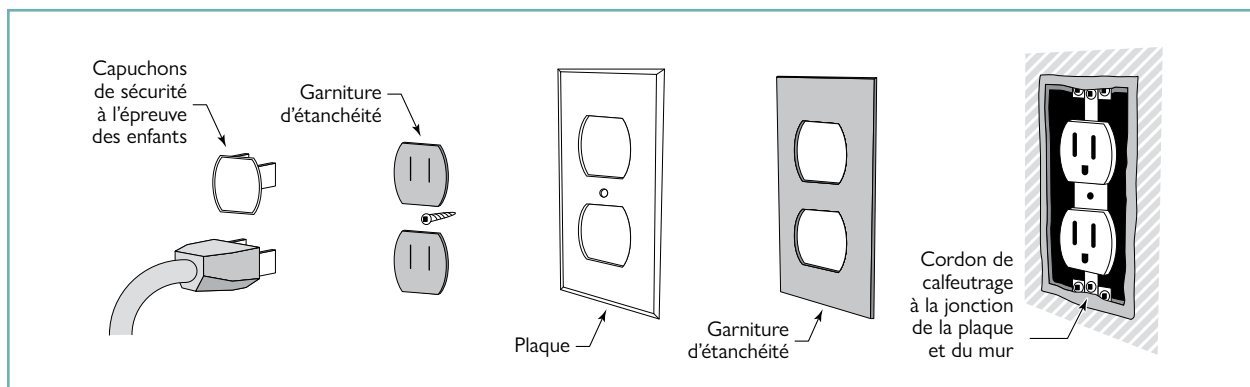


Figure 4-27 Calfeutrage des points de pénétration d'une prise de courant

Pénétrations des installations techniques dans les murs extérieurs

Les conduits d'évacuation des sècheuses, les conduits des ventilateurs d'extraction, les conduites d'eau, de gaz, de mazout ainsi que la plupart des pénétrations peuvent, quand elles sont accessibles, être scellées au moyen de mousse ou d'un mastic d'étanchéité. Toutefois, ces installations techniques sont souvent cachées dans les murs, derrière des soffites ou dans des niches.

Lorsque le système de protection contre les fuites d'air est mis en place à l'extérieur, le mastic d'étanchéité doit être appliqué autour des pénétrations des conduites et des câbles à l'extérieur du bâtiment. Veillez à ce que les mesures d'étanchéisation ne provoquent pas d'infiltrations d'eau dans le bâtiment.

Dans le cas des capots protecteurs, des grilles ou des aérateurs à lames qui sont amovibles, vérifiez si le conduit est scellé à l'endroit où il traverse le système pare-air. S'il ne l'est pas, remplissez les ouvertures entre le conduit et le mur à l'aide d'une mousse à pulvériser ou d'un mastic d'étanchéité. Remettez en place le capot, la grille ou l'aérateur et scellez-en le pourtour avec du mastic. Vérifiez si les registres antirefoulement ouvrent bien et se referment hermétiquement. Assurez-vous que les registres d'évacuation motorisés qui se trouvent à l'extérieur fonctionnent et qu'ils sont étanches à l'air quand ils sont en position fermée. Remplacez, au besoin, les garnitures d'étanchéité entre les lames des aérateurs.

Si le système n'est pas accessible, l'étanchéisation peut se faire soit de l'intérieur, soit de l'extérieur, la décision reposant sur l'accessibilité au pare-air et sur des considérations d'ordre pratique (les travaux qui dérangent le moins ou qui sont le mieux tolérés).

Dans le cas d'un système de protection contre les fuites d'air mis en place à l'intérieur, l'étanchéisation à l'aide de mousse ou de mastics d'étanchéité doit se faire depuis l'intérieur. Il s'agit alors de sceller (si possible) les pénétrations des canalisations et des conduits dans le plan d'étanchéité et de répéter l'opération à l'extérieur avec un mastic d'étanchéité afin d'empêcher les infiltrations d'eau et l'entrée d'animaux indésirables (voir la figure 4-28).

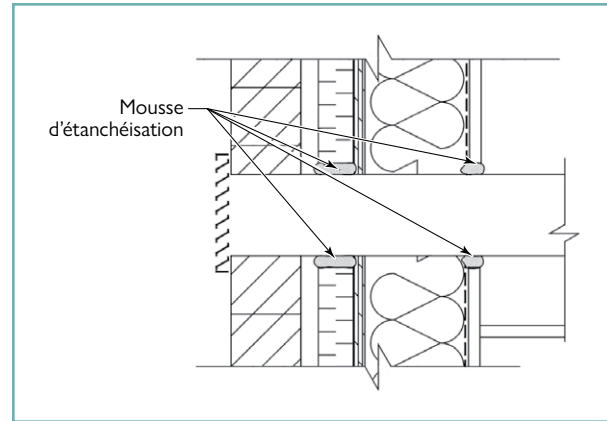


Figure 4-28 Calfeutrage des registres

4.5.4 Étanchéisation à l'air des planchers et des murs intérieurs

Voici des endroits et des éléments pouvant être scellés pour prévenir les déplacements d'air à travers le bâtiment. L'étanchéisation des pénétrations, des fissures et des ouvertures dans les dalles de plancher et les murs de séparation contribue à réduire la circulation d'air d'un étage à l'autre et d'un appartement à l'autre. Ces mesures préviennent les exfiltrations d'air, contribuent à prévenir le transfert d'odeurs entre les appartements et limitent la propagation de la fumée en cas d'incendie. La mousse appliquée dans les assemblages de murs et de planchers doit parfois être recouverte d'un matériau incombustible (par exemple un mortier coupe-feu) si l'assemblage est classé résistant au feu. Comme la plupart des planchers et des murs sont des assemblages classés résistants au feu, il faut faire inspecter et approuver les mesures d'étanchéisation par les autorités locales responsables de l'application du code du bâtiment.

Les gaines techniques qui traversent plusieurs étages pour permettre le passage de canalisations de plomberie, de conduits et de câbles peuvent engendrer des déplacements d'air importants si elles ne sont pas convenablement étanchéisées. Il y a deux façons de le faire. La première consiste à étanchéiser la jonction de la gaine et de chaque plancher ou mur qu'elle traverse ainsi que le point où la canalisation, le conduit ou le câble sort de la gaine (comme le montre la figure 4-29). La gaine se trouve ainsi scellée, si bien que l'air ne peut y entrer ni en sortir.

La deuxième méthode consiste à accéder à l'intérieur de la gaine pour y installer des cloisons internes à chaque étage ou à chaque point de pénétration dans les murs. Il s'agit ici d'installer dans la gaine des panneaux rigides, comme des plaques de plâtre, le plus près possible des conduits, des câbles et des canalisations de plomberie. On enduit de mastic d'étanchéité ou de mousse les bords des plaques de plâtre en contact avec les parois intérieures de la gaine et avec les canalisations, câbles ou conduits. Cette méthode prévient les déplacements d'air à l'intérieur de la gaine. On doit aussi sceller l'extérieur de la gaine là où celle-ci traverse des planchers et des cloisons.

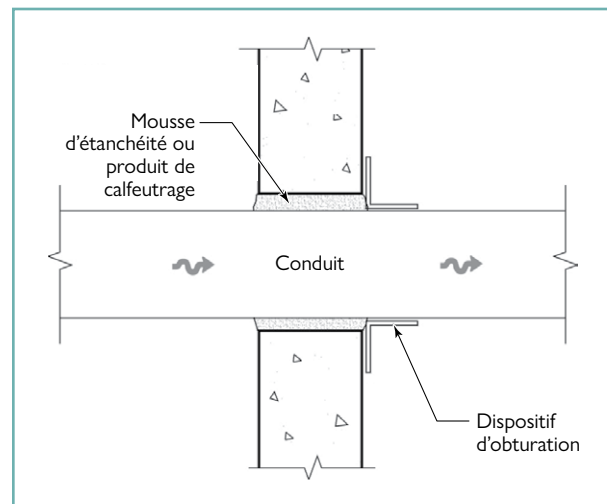


Figure 4-29 Calfeutrage des canalisations et des conduits à l'intérieur d'une gaine technique

Puits verticaux

Vide-ordures

À chaque étage, installez sur les trappes d'accès au vide-ordures un coupe-froid auto-adhésif en mousse à alvéoles fermées. À chaque étage, dans les locaux d'accès au vide-ordures, scellez le cadre de la trappe d'accès du vide-ordures et le mur qui l'entoure au moyen de mastic. En suivant les directives indiquées plus haut relativement à la pose de coupe-froid sur des portes, installez un coupe-froid sur les portes des locaux d'accès au vide-ordures situés à chaque étage. Ces coupe-froid freineront l'ascension de l'air dans le puits et empêcheront les odeurs de se propager. L'application de mastic à la jonction des murs et du plancher et à la jonction des murs et du plafond dans les locaux d'accès au vide-ordures de chaque étage empêche également l'air de circuler par la niche qui renferme le puits du vide-ordures.

Cages d'escalier

Installez des coupe-froid sur les portes menant des cages d'escalier aux corridors. Étanchéisez la jonction des cadres de portes et des murs adjacents avec de la mousse ou du mastic. Installez des coupe-froid pour bas de porte. Appliquez du mastic à la jonction des murs et du plafond et à la jonction des murs et du plancher si un jeu est visible.

Notez que l'étanchéisation des portes des cages d'escalier peut les rendre plus difficiles à ouvrir en raison de la différence de pression d'air entre les cages d'escalier et les corridors adjacents, surtout par temps froid. Après les travaux, faites vérifier cela par le personnel de l'immeuble.

Placards de service

Scellez les niches dans lesquelles circulent les câbles là où elles traversent les planchers des placards de service à chaque étage. Si l'ouverture est grande, installez un dispositif d'obturation autour du câble, enduisez-le d'un mastic d'étanchéité et attachez-le au plancher adjacent. Installez un fond de joint entre le câble et les parois du dispositif d'obturation et appliquez un mastic d'étanchéité entre le câble et le dispositif.

Étanchéisez les pénétrations des conduits dans les murs et les planchers. S'il y a une bride de fixation d'un registre coupe-feu, scellez la bride au conduit et aux joints de plancher. Assurez-vous que ces travaux ne gênent pas le fonctionnement du registre coupe-feu.

Étanchéisation des colonnes montantes de plomberie

Installez des dispositifs d'obturation en acier si les ouvertures sont grandes. Insérez un fond de joint et scellez la jonction entre le dispositif d'obturation et les tuyaux avec de la mousse ou un mastic d'étanchéité.

Colonnes montantes des systèmes de ventilation des corridors ou des systèmes centraux d'évacuation d'air

À chaque étage, appliquez un mastic d'étanchéité entre les grilles des prises d'air des corridors et le mur adjacent. Si le conduit d'air du corridor est visible là où il traverse le plancher de la cabine de machinerie hors toit (ou tout autre plancher), scellez à l'aide d'un mastic d'étanchéité les brides de fixation au conduit et au plancher adjacent. S'il y a un jeu important entre le conduit et le plancher, installez un dispositif d'obturation et calfeutrez-le.

Dans le cas des systèmes centraux d'évacuation d'air, enlevez les grilles dans les salles de bains et les cuisines et appliquez un mastic d'étanchéité à la jonction du conduit et du mur. Si la grille ne peut être enlevée, appliquez tout autour de celle-ci un mastic d'étanchéité. Dans le cas des ventilateurs d'extraction sur le toit, assurez-vous que le conduit d'évacuation est scellé au toit selon ce qui est indiqué à la section 4.5.2.

Armoires à tuyau d'incendie

À chaque étage, scellez avec un mastic d'étanchéité ou de la mousse les points de pénétration des tuyaux d'incendie dans les planchers des armoires à tuyau d'incendie. Appliquez un mastic entre l'armoire et le mur adjacent.



Pénétrations des canalisations, des conduites et des conduits

La figure 4-30 montre une pénétration type dans un plancher. Il existe des points de pénétration sous les comptoirs de cuisines et de salles de bains, derrière les toilettes et dans les murs et planchers des locaux techniques. Les pénétrations des conduites et des conduits dans les murs et les planchers peuvent laisser des trous où l'air passe même quand des fibres minérales servent de coupe-feu partiel. Remplissez les joints avec un coulis à retrait nul et scellez les ouvertures avec de la mousse ou un mastic d'étanchéité (figure 4-31).

Trappes d'accès et trappes d'inspection

Les trappes d'accès dans les plafonds et les murs pour les regards de nettoyage, les panneaux électriques, les inspections mécaniques, les vide-ordures ou les vide-linge et les exutoires de fumée dans les plafonds ou les murs doivent être pourvues de coupe-froid pour assurer une bonne étanchéité à l'air.

Portes entre les corridors et les appartements

En général, il n'est pas recommandé d'installer des coupe-froid sur les portes d'accès aux appartements, car le jeu sous la porte est normalement prévu pour procurer de l'air de ventilation aux appartements. Si l'appartement possède son propre système de ventilation, un essai d'installation de coupe-froid peut être effectué pour voir s'il améliore les conditions dans le corridor et dans l'appartement.

Pénétrations des conduits

Les réseaux de conduits qui traversent les murs et les planchers peuvent laisser des ouvertures dans les séparations coupe-feu tout autant que les canalisations et conduites. Avec les réseaux de conduits, il y a moins de joints à sceller. On trouve des registres coupe-feu dans les conduits là où ceux-ci pénètrent dans des assemblages classés résistants au feu, que ce soit dans des murs ou dans des planchers. Des cadres métalliques sont censés être installés autour des conduits et des registres coupe-feu de manière à étanchéiser les assemblages là où les murs ou les planchers sont traversés, mais cette précaution n'est pas toujours prise. Une fois ce cadre installé, l'entrepreneur en calfeutrage peut réaliser un joint d'étanchéité entre la cloison et le cadre métallique et entre le cadre et le conduit, en utilisant un mastic ou une mousse d'étanchéité approuvés.



Figure 4-30 Pénétration type dans un plancher

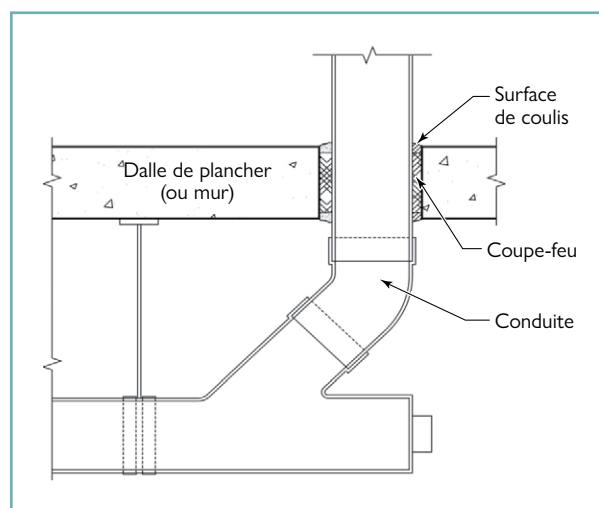


Figure 4-31 Calfeutrage des pénétrations de plomberie

5 Annexe A – Ressources sur la réduction des fuites d'air



Il existe une gamme de ressources à la disposition des entrepreneurs en calfeutrage qui cherchent des renseignements, des formations et des outils. Voici un aperçu des ressources offertes :

CONSEILS DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

La plupart des provinces ont un conseil de l'enveloppe du bâtiment qui organise régulièrement des séances d'information. Ces séances représentent une excellente occasion de rencontrer d'autres personnes qui travaillent dans le domaine de la réduction des fuites d'air. La liste complète des conseils provinciaux de l'enveloppe du bâtiment peut être consultée à l'adresse ci-dessous :

Conseil national de l'enveloppe du bâtiment
Site Web : <http://www.nbec.net/>

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT

SCHL
700, chemin de Montréal,
Ottawa (Ontario) K1A 0P7
Téléphone : 613-748-2000
Site Web : <http://schl.ca/>

RESSOURCES NATURELLES CANADA

RNCan
580, rue Booth , Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Site Web : <http://nrcan.gc.ca/>

FABRICANTS D'ÉQUIPEMENT ET DE VENTILATEURS DE DÉPRESSURISATION

Retrotec
1060 East Pole Road, Everson, WA 98247, USA
Site Web : <http://retrotec.com>

Minneapolis Blower Door Company
2801 21st Ave. South, Suite 160
Minneapolis, MN 55407, USA
Website: <http://products.energyconservatory.com>

Infiltec
108 South Delphine Avenue, PO Box 1125
Waynesboro, VA 22980, USA
Website: <http://www.infiltec.com/inf-catb.htm>



6 Annexe B – Références



ASHRAE 2013. *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, chapitre 16, American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers Inc., Atlanta (Géorgie).

Bahnfleth, W.P., G.K. Yuill, B.W. Lee. *Protocol for Field Testing of Tall Buildings to Determine Envelope Air Leakage Rate*, American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers Inc., Atlanta (Géorgie), 1998.

J.F. Burrows Consulting, « Matériaux de construction incompatibles – Rapport sur la défaillance prématurée de bâtiments résidentiels découlant de l'incompatibilité de matériaux de construction », SCHL, 2003.

Diamond, R.C., H.E. Feustel, et D.J. Dickerhoff. *Ventilation and Infiltration in High-rise Apartment Buildings*, Lawrence Berkeley National Laboratory, LBL-38103, 1996.

Knight, K.D. et B.J. Boyle. *Lignes directrices concernant la réalisation de systèmes efficaces d'étanchéité à l'air*, SCHL, Ontario Association of Architects, 2003.

National Energy Conservation Association, *Air Leakage Control Manual*, 1989.

Red River College 2015. *Airtightness in Existing Multi-Unit Residential Buildings: Field Trials of a New Test Protocol*, rapport préparé pour la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Scanada Consultant Inc., *Élaboration de méthodes et de directives de conception visant à réduire la demande d'électricité par l'élimination des fuites d'air dans les tours d'habitation*, SCHL, 1991.

Shaw, C.Y., « Methods for Conducting Small-Scale Pressurization Tests and Air Leakage Data of Multi-Storey Apartment Buildings », *ASHRAE Transactions*, vol. 86, no 1, 1980, pp. 241-250.

Shaw, C.Y., « Air Tightness: Supermarkets and Shopping Malls », *ASHRAE Journal*, March 1981, pp. 44-46.



Shaw, C.Y., S. Gasparetto et J.T. Reardon. « Methods for Measuring Air Leakage in High-Rise Apartments », *Air Change Rate and Airtightness in Buildings*, ASTM STP 1067, Sherman M.H., éd., American Society for Testing and Materials, Philadelphie, 1990, pp. 222-230.

Shaw, C.Y., R.J. Magee, J. Rousseau. « Overall and Component Airtightness Values of a Five-Story Apartment Building », *ASHRAE Transactions*, vol. 97, no 2, 1991, pp. 347-353.

Sheltair Group, *Les tours d'habitation saines : guide pour la conception et la construction innovatrices d'immeubles résidentiels de grande hauteur*, SCHL, 2001.

Sherman, M.H., *Building Airtightness: Research and Practice Draft Report*, Lawrence Berkeley National Laboratory Report No LBNL-53356, 2005.

Travaux publics Canada, *Air Leakage Control: Guidelines for Installations of Air Leakage Control Measures in Commercial Buildings*, 1992.

Ville de Calgary, *Fire Stopping Service Penetrations in Buildings*, Version 1.0, 2003.

Woods, T., *Does Your Building Suck?*, CanAm Building Specialists Inc., 2003.



7 Annexe C – Liste de vérification pour la réduction des fuites d'air



Ce formulaire peut être rempli au cours d'une première inspection du bâtiment pour en noter les caractéristiques de base, la présence de problèmes préexistants et les particularités de l'immeuble. La liste de vérification fournit une méthode systématique, endroit par endroit, qui permet de voir quelles caractéristiques sont présentes dans le bâtiment et si des travaux de réduction des fuites d'air doivent être envisagés relativement à chaque endroit.

Liste de vérification des travaux de réduction des fuites d'air

Adresse de l'immeuble :

Caractéristiques de l'immeuble

Âge : _____

Nombre d'étages : _____ Nombre de logements : _____ Construction des murs : _____

Occupation : Location Copropriété

Système de chauffage des locaux : Plinthes chauffantes électriques Système central à eau chaude
Ventilo-convecteur dans les appartements Système de chauffage à air pulsé alimenté au gaz (générateur d'air chaud
dans les appartements ou système combiné) Autre : _____

Système de ventilation des corridors : _____

Ventilation d'extraction : Ventilateurs dans les appartements Ventilateurs centraux sur le toit

Le chauffage des locaux est-il mesuré individuellement? ☐ O ☐ N

Type d'enveloppe de bâtiment

Placage de briques – ossature à poteaux Placage de briques sur mur de maçonnerie
Brique structurale isolante Panneaux de béton précontraint Mur-rideau en verre Stucco

Fuites d'air : Faibles Moyennes Élevées

Problèmes de performance du bâtiment

Pénétration d'eau Qualité de l'air intérieur Risques d'émanations de gaz de combustion
Problèmes de confort Autres : _____



Catégorie de fuites d'air	Indicateurs	Incidences potentielles sur l'enveloppe du bâtiment, les coûts énergétiques ou l'environnement intérieur
Négligeable	Presque indétectable avec un soufflet à fumée	Négligeables
Mineure	Facilement détectable avec un soufflet à fumée; presque indétectable avec la main	Possibles, surtout si l'ouverture à l'origine de la fuite est soumise à de grandes différences de pression
Importante	Facilement détectable avec la main	Bonne probabilité que des problèmes apparaissent
Majeure	Détectable avec la main à 0,3 m (1 pi) de la fuite	Forte probabilité que des problèmes apparaissent

Liste de vérification des travaux de réduction des fuites d'air

Lieu	Emplacements possibles de fuites	Fuites d'air (1 à 5) 1 = fuite négligeable 5 = fuite majeure
Haut du bâtiment		
Local d'ascenseur hors toit	Jonction toit-murs	
	Pénétrations de toiture – câblage	
	Pénétrations de toiture – conduits	
	Pénétrations de toiture – canalisations	
	Pénétrations de murs – câblage	
	Pénétrations de murs – conduits	
	Pénétrations de murs – registres	
	Pénétrations de murs – canalisations	
	Portes extérieures	
	Portes d'accès aux cages d'escalier	
	Câble de levage de l'ascenseur	
	Câbles d'alimentation électrique de l'ascenseur	
	Autres :	
Cabine de machinerie hors toit	Jonction toit-murs	
	Pénétrations de toiture – câblage	
	Pénétrations de toiture – conduits	
	Pénétrations de toiture – canalisations	
	Pénétrations de toiture – évent de générateur d'air chaud	
	Pénétrations de murs – câblage	
	Pénétrations de murs – conduits	
	Pénétrations de murs – registres	
	Pénétrations de murs – canalisations	
	Portes extérieures	
	Portes d'accès aux cages d'escalier	
	Pénétrations de plancher – câbles	
	Pénétrations de plancher – canalisations	
	Pénétrations de plancher – conduits	
	Autres :	



Liste de vérification des travaux de réduction des fuites d'air		
Lieu	Emplacements possibles de fuites	Fuites d'air (1 à 5) 1 = fuite négligeable 5 = fuite majeure
Haut du bâtiment		
Toit	Porte de la cage d'escalier	
	Trappe d'accès	
	Ouverture d'aération du vide-ordures	
	Ventilateurs d'extraction	
	Appareil de climatisation de corridor	
	Colonnes de plomberie	
	Parapets	
	Autres :	
Bas du bâtiment		
Garage	Jonction plafond et plancher au-dessus – pénétrations de canalisations	
	Jonction plafond et plancher au-dessus – pénétrations de câblage	
	Jonction plafond et plancher au-dessus – pénétrations de conduits	
	Murs techniques – portes de vestibule d'ascenseur	
	Murs techniques – jonction plancher et mur	
	Murs techniques – jonction mur et plafond	
	Murs techniques – pénétrations de canalisations	
	Murs techniques – pénétrations de câblage	
	Murs techniques – pénétrations de conduits	
	Système de ventilation du garage – registres d'admission d'air	
	Système de ventilation du garage – registres d'extraction d'air	
	Système de ventilation du garage – pénétrations de conduits	
	Portes de garage basculantes	
	Portes de sortie du garage	
	Pénétrations souterraines des services	
	Autres :	

(Suite)



Liste de vérification des travaux de réduction des fuites d'air		
Lieu	Emplacements possibles de fuites	Fuites d'air (1 à 5) 1 = fuite négligeable 5 = fuite majeure
Bas du bâtiment		
Rez-de-chaussée	Local d'accès au vide-ordures – portes escamotables en plafond	
	Local d'accès au vide-ordures – porte de sortie extérieure	
	Local d'accès au vide-ordures – conduit du ventilateur d'extraction	
	Local d'accès au vide-ordures – registres du ventilateur d'extraction	
	Local d'accès au vide-ordures – pénétrations de câblage	
	Local d'accès au vide-ordures – jonction vide-ordures et plancher	
	Porte intérieure du local d'accès au vide-ordures	
	Quai de chargement – porte escamotable en plafond extérieure	
	Quai de chargement – porte de sortie extérieure	
	Espace du quai de chargement à la porte de l'immeuble	
	Quai de chargement – pénétrations de câblage	
	Quai de chargement – pénétrations de canalisations de plomberie	
	Quai de chargement – pénétrations de conduits	
	Points de pénétration de robinets d'arrosage	
	Portes d'accès aux cages d'escalier	
	Portes d'entrée avant	
	Portes arrière ou portes-fenêtres	
	Aérateur à lames de la buanderie	
	Conduits d'évacuation de la buanderie	
	Autres :	
Murs extérieurs		
Appartement	Fenêtres	
	Portes des balcons	
	Câbles électriques	
	Plinthes chauffantes électriques	
	Conduites	
	Appareils d'éclairage extérieurs	
	Prises de courant, interrupteurs	
	Conduits	
	Capots protecteurs, registres	
	Manchons traversant un mur	
	Autres :	

(Suite)



Liste de vérification des travaux de réduction des fuites d'air		
Lieu	Emplacements possibles de fuites	Fuites d'air (1 à 5) 1 = fuite négligeable 5 = fuite majeure
Murs extérieurs		
Pièces communes	Fenêtres	
	Portes extérieures	
	Câbles électriques	
	Plinthes électriques	
	Conduites	
	Appareils d'éclairage extérieurs	
	Prises de courant, interrupteurs	
	Conduits	
	Capots protecteurs, registres	
	Manchons traversant les murs	
	Autres :	
Cages d'escalier	Fenêtres	
	Portes extérieures	
Murs de séparation intérieurs		
Locaux techniques	Points de pénétration des câbles électriques	
	Points de pénétration des conduits	
	Points de pénétration des canalisations de plomberie	
	Porte du local technique	
	Autres :	
Placards de service (dans les corridors)	Points de pénétration des câbles électriques – plafond et plancher	
	Points de pénétration des canalisations de plomberie – plafond et plancher	
Corridors	Portes d'accès aux cages d'escalier	
	Porte du local d'accès au vide-ordures	
	Trappes d'accès au vide-ordures	
	Jonction du mur et de la trappe d'accès au vide-ordures	
	Jonction plancher-mur et mur-plafond	
Locaux techniques au sous-sol et au garage	Points de pénétration à travers la dalle au-dessus – câblage	
	Points de pénétration à travers la dalle au-dessus – canalisations	
	Points de pénétration à travers la dalle au-dessus – conduits	
	Points de pénétration à travers la dalle au-dessus – autres	





Texte de remplacement et données pour les figures

Figure 2-1 Pertes de chaleur dans une tour d'habitation, par élément

Pertes de chaleur dans une tour d'habitation, par élément	(%)
fenêtres	30 % à 35 %
toit	5 % à 10 %
portes	3 % à 5 %
fuites d'air	20 % à 25 %
ventilation	15 % à 25 %
murs	20 % à 25 %