



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



Emprisonnons la chaleur

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de cette publication ou d'autres publications sur l'efficacité énergétique offertes gratuitement, veuillez vous adresser à :

Publications Éconergie
Office de l'efficacité énergétique
Ressources naturelles Canada
a/s de Communications St-Joseph
Service de traitement des commandes
1165, rue Kenaston
Case postale 9809, succursale T
Ottawa (Ontario) K1G 6S1

Tél. : 1-800-837-2000 (sans frais pour obtenir des publications uniquement)
Tél. : 1 800 O-Canada (sans frais pour toute demande de renseignement)
Télec. : 613-740-3114
ATME : 613-996-4397 (appareil de télécommunication pour malentendants)

No de cat. M144-41/2012F (Imprimé)
ISBN 978-1-100-94760-0
No de cat. M144-41/2012F-PDF (En ligne)
ISBN 978-1-100-98690-6

Also available in English under the title: Keeping the Heat In

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2012

Avis de non-responsabilité : Le gouvernement du Canada ne recommande aucun produit ou entrepreneur en particulier, et décline toute responsabilité à l'égard de la sélection des matériaux, des produits, des procédures, des entrepreneurs ou de la qualité des travaux. Avant de commencer des travaux de rénovation, renseignez-vous auprès du bureau municipal et des services publics (le cas échéant) concernant les permis requis.

Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles (ci-après « Canada »), ne fait aucune représentation concernant la pertinence, quelles que soient les fins, de l'information (ci-après « information ») contenue dans le présent document. L'information est fournie « telle quelle » et le Canada ne fait aucune représentation et ne donne aucune garantie quant à l'information, expresse ou tacite, découlant de la loi ou d'autres sources, en ce qui concerne entre autres leur efficacité, leur intégralité, leur exactitude ou leur pertinence aux fins d'un usage particulier. Le Canada n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages et aux pertes découlant de l'utilisation de l'information. Le Canada ne peut aucunement être tenu responsable de la perte de profits ou de contrats, ou de toute autre perte indirecte, de quelque nature que ce soit, résultant de l'utilisation de l'information.



Papier recyclé

Emprisonnons la chaleur

Remerciements

Ressources naturelles Canada (RNCa) souhaite remercier les nombreux professionnels de l'industrie pour leurs commentaires et conseils constructifs qui ont été d'une grande aide lors de la révision et de la mise à jour de cette édition de la publication *Emprisonnons la chaleur*. Tout spécialement, RNCa remercie les personnes suivantes pour leur examen minutieux de la publication et leurs suggestions en vue de l'améliorer, lesquelles ont été des plus appréciées :

Darcy Bzdel, Sun Ridge Group

Bill Crist, Sol-Tech Housing Calgary Ltd.

Don Fugler, Société canadienne d'hypothèques et de logement

Steve Goldberg, Canadian Construction Controls Limited

Bill Greer, Société d'habitation du Yukon

Richard Kadulski, Richard Kadulski Architect

Gail Lawlor, Energy Matters

W. M. Tex McLeod, The McLeod Associates

Joe Waugh, J. Waugh Construction Ltd.

Wayne Wilkinson

RNCa tient à remercier la Société canadienne d'hypothèques et de logement qui lui a permis d'utiliser l'information et les illustrations relatives aux barrières de glace.

RNCa remercie également Manitoba Hydro qui l'a autorisé à utiliser certains concepts illustrés de ses guides sur le programme Power Smart*.

* Manitoba Hydro est titulaire de permis de la marque de commerce et de la marque officielle.

Emprisonnons la chaleur

Table des matières

1	Introduction	2
1.1	Améliorations éconergétiques	2
1.2	Comment utiliser le guide	4
1.3	Entreprendre les travaux soi-même	5
1.4	Mesures de santé et de sécurité	6
2	Le mécanisme de la maison	11
2.1	Notions fondamentales sur la performance de la maison	11
2.2	Contrôle du flux de chaleur	15
2.3	Contrôle du flux d'air	18
2.4	Contrôle du flux d'humidité	20
2.5	Les vieilles maisons	23
3	Les matériaux	24
3.1	Isolant	24
3.2	Tableau des valeurs d'isolation	31
3.3	Pare-air	33
3.4	Pare-vapeur	45
4	Mettre fin aux fuites d'air	47
4.1	Détection des fuites	48
4.2	Produits de calfeutrage et autres matériaux d'étanchéité	51
5	Les toits et les entretoits	56
5.1	Renseignements généraux pour tous les entretoits	57
5.2	Entretoits facilement accessibles	64
5.3	Maison comportant un étage mansardé	69
5.4	Entretoit exigu, plafond cathédrale et toit plat	72
5.5	Barrières de glace	74
5.6	Rénovations et réparations	77

6	L'isolation des sous-sols	81
6.1	Isolation du sous-sol de l'extérieur	85
6.2	Isolation du sous-sol de l'intérieur	92
6.3	Vides sanitaires	105
6.4	Vides hors-sol	108
6.5	Dalles en béton sur le sol	109
7	L'isolation des murs	110
7.1	Isolant soufflé	112
7.2	Rénovation de l'intérieur	114
7.3	Rénovation de l'extérieur	117
7.4	Endroits divers : garages attenants et autres espaces	120
7.5	Ajouts et nouvelles constructions	121
8	L'amélioration de l'efficacité énergétique des fenêtres et des portes	123
8.1	Fenêtres	123
8.2	Portes	131
9	Le rendement de votre maison	133
9.1	Fonctionnement et entretien du système de CVC	133
9.2	Eau chaude domestique	136
9.3	Systèmes de climatisation	137
9.4	Ventilation et air de combustion	137
9.5	Autres façons d'économiser l'énergie	144
	Index	145
	Ressources	149

Emprisonnons la chaleur

1 Introduction

1.1 Améliorations éconergétiques

1.2 Comment utiliser le guide

1.3 Entreprendre les travaux soi-même

1.4 Mesures de santé et de sécurité

INTRODUCTION

Le présent document vise à vous orienter dans l'amélioration du rendement énergétique de votre maison. Que vous fassiez les rénovations vous-même ou que vous embauchiez un entrepreneur, vous aurez une meilleure compréhension des travaux à réaliser et pourrez vous assurer qu'ils sont bien faits.

1.1 AMÉLIORATIONS ÉCONERGÉTIQUES

Effectuer des améliorations éconergétiques, c'est améliorer ou rénover une maison de sorte qu'elle « emprisonne » la chaleur durant la saison de chauffage et demeure fraîche durant l'été. Cela se traduit notamment par l'ajout d'isolant thermique, de coupe-bise et de produits de calfeutrage, par l'amélioration ou le remplacement des portes et des fenêtres et par l'amélioration des systèmes mécaniques. L'amélioration éconergétique signifie également incorporer des mesures d'économie d'énergie à tous les travaux de rénovation et de réparation. Dans le contexte de notre climat canadien, l'amélioration éconergétique est une démarche très sensée.

1.1.1 Pourquoi entreprendre des travaux d'amélioration?

- **Efficacité énergétique.** L'amélioration éconergétique d'une maison coûte moins cher que la production de nouvelles sources d'énergie pour la chauffer. Le chauffage des maisons représente plus de 16 p. 100 de la consommation d'énergie annuelle du Canada, et il est en grande partie assuré par des ressources non renouvelables, comme le pétrole et le gaz.
- **Confort et santé.** Une maison bien isolée, étanchéisée et ventilée est une maison plus confortable. Elle est aussi plus tranquille et il s'y infiltre moins de poussière et de pollen.
- **Durabilité.** La rénovation énergétique a aussi pour résultat l'amélioration de la qualité de l'air et le contrôle de l'humidité, ce qui contribue à la conservation et à la durabilité de la maison.
- **Économie.** L'argent investi dans l'efficacité énergétique représente l'un des meilleurs placements que vous puissiez faire aujourd'hui : son rendement est immédiat grâce à la réduction des factures d'énergie.
- **Protection de l'environnement.** En consommant moins d'énergie, vous réduisez vos émissions de gaz à effet de serre (GES). En outre, l'amélioration éconergétique mobilise moins de nouvelles ressources que la construction d'une maison neuve.

1.1.2 Des conseils de professionnels

La meilleure façon d'évaluer le potentiel d'amélioration du rendement de votre maison consiste à recourir à un service professionnel d'évaluation énergétique. Un conseiller en efficacité énergétique accrédité par RNCAN évalue votre maison, du sous-sol au grenier; il mesure le niveau d'isolation et procède à un test d'infiltrométrie afin de déterminer le degré d'étanchéité à l'air de la maison. Vous recevrez un rapport personnalisé, comprenant une liste de rénovations recommandées afin d'améliorer l'efficacité énergétique globale de la

maison, ainsi qu'une cote ÉnerGuide pour que vous puissiez comparer le rendement de votre maison à celui d'autres résidences. Les services publics locaux offrent parfois également ce service ou tout autre type d'aide.

1.1.3 Possibilités d'améliorations éconergétiques

Quelle est la meilleure stratégie d'amélioration à adopter? Vous devez d'abord déterminer dans quel état se trouve votre maison et ce qui peut être fait pour l'améliorer. Vérifiez l'intérieur et l'extérieur pour déceler les dégâts causés par l'humidité, les problèmes de structure, ainsi que les réparations et l'entretien nécessaires. Passez en revue les possibilités de rénovation, le niveau et l'état de l'isolant, les fuites d'air, et l'âge et l'état des systèmes mécaniques.

Bien que chaque maison soit unique, les possibilités d'améliorations éconergétiques sont souvent les mêmes.

- Presque toutes les maisons bénéficieront de la réduction des fuites d'air, du contrôle de l'humidité et d'une ventilation améliorée pour atténuer les risques liés aux problèmes de condensation.
- Améliorez le niveau d'isolation insuffisant de l'entreeitoit.
- Isolez les murs à ossature vide.
- Isolez le sous-sol. Il serait encore plus avantageux de combiner les travaux d'isolation avec l'imperméabilisation des murs extérieurs de fondation ou avec l'aménagement du sous-sol.
- Une fois les améliorations apportées à l'enveloppe du bâtiment, il pourrait être judicieux d'installer un système de chauffage de moindre capacité à plus haut rendement énergétique qui pourrait vous faire réaliser des économies substantielles.
- Le système de chauffage de bon nombre de maisons aurait besoin d'une mise au point complète, y compris du système de distribution et des commandes.

- Tirez le meilleur parti possible de vos réparations et travaux de rénovation. Presque toutes les améliorations effectuées à la maison peuvent être axées sur l'efficacité énergétique, par exemple, l'ajout d'isolant supplémentaire sous un parement neuf.
- Les travaux de rénovation éconergétique peuvent s'avérer l'occasion idéale d'améliorer le câblage et le service d'électricité. Les systèmes électriques en fonction dans bon nombre de maisons plus âgées sont souvent désuets, inadéquats ou même dangereux, et les rénovations représentent une chance de remédier à cette situation. De tels travaux pourraient nécessiter des permis de construction ou des services publics; alors, vérifiez auprès de votre administration locale.

1.2 COMMENT UTILISER LE GUIDE

Il est recommandé à chaque propriétaire de maison de lire les chapitres suivants qui renferment des renseignements généraux importants concernant la science sous-jacente aux techniques de rénovation et aux matériaux à utiliser, sans oublier les questions de santé et de sécurité :

- section 1.4 Mesures de santé et de sécurité;
- chapitre 2 Le mécanisme de la maison;
- chapitre 3 Les matériaux;
- chapitre 9 Le rendement de votre maison.

Lisez les autres chapitres au besoin pour obtenir des détails particuliers. L'amélioration de l'efficacité énergétique de votre demeure est un processus de longue haleine que vous réaliserez petit à petit, en apportant des améliorations à votre maison au fil des années. Conservez ce guide à titre de référence directe.

Si vous aviez besoin de renseignements plus détaillés (p. ex., de l'information sur les systèmes de chauffage et les questions de santé), vous trouverez ce que vous cherchez auprès de RNCAN, de la

Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), de Santé Canada et d'autres sources fiables. Les coordonnées, les adresses des sites Web ainsi que les titres des publications (les plus pertinentes) sont indiqués au chapitre intitulé Ressources.

1.2.1 Système de mesure

Dans ce guide, les unités et valeurs métriques sont utilisées et l'équivalent en unités de mesure impériale est indiqué entre parenthèses, par exemple RSI 3,5 (R-20). Certaines unités de mesure sont fournies à titre d'expressions, par exemple, un poteau d'ossature murale de 38 x 89 millimètres (mm) est ce qu'on appelle communément un 2 par 4 (2 po x 4 po). Dans ces cas, comme l'expression est celle utilisée dans l'industrie de la construction, l'unité de mesure n'est pas indiquée.

1.2.2 La maison en tant que système

Les experts de RNCAN ont acquis une grande expérience dans le domaine de la rénovation éconergétique au cours des 40 dernières années. L'une des leçons les plus importantes qu'ils ont retenues est qu'une maison fonctionne comme un système. Toutes les parties d'une maison sont reliées entre elles, et le fait d'apporter une modification quelque part a une incidence ailleurs. Le chapitre 2 intitulé Le mécanisme de la maison aborde ce sujet en détail.

1.2.3 Codes et normes

Chaque province et territoire et la plupart des municipalités sont tenus de faire observer leur code du bâtiment. Les renseignements contenus dans le présent guide sont de nature générale puisqu'ils ont été rédigés pour les lecteurs de toutes les régions du Canada. Veuillez suivre les codes en vigueur dans votre localité. Renseignez-vous auprès de l'inspecteur en bâtiment et du bureau municipal (et des services publics, le cas échéant) au sujet des exigences et des permis.

1.2.4 Techniques recommandées

Tout au long de ce guide, certaines techniques sont décrites comme étant *recommandées*. Cela signifie que les spécialistes du bâtiment et les entrepreneurs professionnels considèrent cette approche comme étant la meilleure pratique actuelle à adopter lors de l'amélioration éconergétique d'une maison.

1.2.5 Avertissements de sécurité

Les avertissements de sécurité indiquent qu'une technique ou un matériau commande une attention spéciale ou un traitement particulier. Dans ce cas, vous devez prendre toutes les précautions appropriées pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs et des occupants de la maison. Lisez attentivement et respectez les recommandations et directives des fabricants de tous les matériaux.

1.2.6 Notes techniques

Les notes techniques fournissent de l'information ou des conseils pratiques au sujet de méthodes ou de procédures particulières. Cette information vise à vous aider à vous assurer que le travail est réalisé adéquatement.

1.2.7 Soyez conscient de vos responsabilités

Vous, ainsi que les entreprises que vous choisissez, avez la responsabilité de vérifier la qualité et la sécurité des produits et des services utilisés. Tous les produits et services doivent se conformer aux codes et aux normes du bâtiment correspondants. Si un permis de construction n'est pas nécessaire et que, par conséquent, aucun inspecteur en bâtiment ne s'assure que les travaux et les produits utilisés sont conformes aux codes et aux normes du bâtiment correspondants, il est de la responsabilité de quiconque entreprend les travaux de s'assurer du respect de ces codes et normes.

1.3 ENTREPRENDRE LES TRAVAUX SOI-MÊME

Si vous décidez d'effectuer la totalité ou une partie des travaux vous-même, ayez toujours en tête la santé et la sécurité. Soyez prudent lorsque vous utilisez des outils ou des produits, et suivez les renseignements et les directives de sécurité du fabricant. Portez l'équipement et les vêtements de protection appropriés. Vous devriez aussi prendre des mesures pour protéger le reste de la maison contre la poussière, les débris et les contaminants qui pourraient incommoder les autres.

Renseignez-vous au sujet des précautions nécessaires à prendre avant de travailler dans des endroits qui contiennent de la vermine, des déjections, de la moisissure, du plomb, de l'amiante, de l'isolant de vermiculite qui pourrait contenir de l'amiante amphibolique ou d'autres produits dangereux. La section 1.4 intitulée Mesures de santé et de sécurité aborde ces considérations.

1.3.1 Retenir les services d'un entrepreneur

Si vous décidez de retenir les services d'un entrepreneur, demandez un devis par écrit et exigez un contrat signé avant d'entreprendre quoi que ce soit. Les entrepreneurs ont la responsabilité de respecter les règlements régionaux ainsi que les lois et les lignes directrices provinciales, territoriales et fédérales pertinentes. Posez des questions à votre entrepreneur sur les matériaux qui seront installés, par exemple :

- Comment puis-je m'assurer que le produit que vous recommandez est conforme aux lois fédérales, provinciales ou territoriales?
- Puis-je consulter la fiche signalétique de ce produit (s'il y a lieu)?
- Ce produit sera-t-il installé conformément aux lignes directrices du fabricant?

- Les travailleurs ont-ils reçu une formation relativement à ces procédures?
- Les travaux de rénovation seront-ils conformes aux règlements municipaux ainsi qu'aux lois provinciales, territoriales ou fédérales et aux exigences des services publics?
- Quelles mesures prendrez-vous pour nous protéger, ma famille et moi, pendant et après les rénovations?
- En tant qu'entrepreneur, à quelles difficultés avez-vous fait face en travaillant avec ce produit?
- Prévoyez-vous avoir des problèmes avec l'installation de ce produit dans notre maison?
- Puis-je communiquer avec vos références?

Si vous choisissez bien votre entrepreneur et que vous vous intéressez de près aux travaux, vous aurez de meilleures chances de bénéficier d'un travail bien fait. *Il est dans votre intérêt d'en savoir le plus possible.* Cela est particulièrement important si vous embauchez un entrepreneur pour faire des travaux généraux de rénovation et si vous voulez y inclure des améliorations éconergétiques. La SCHL propose un feuillet d'information incontournable qui fait partie de la série générale *Votre maison*, intitulé *Le choix d'un entrepreneur* (voir le chapitre Ressources).

1.4 MESURES DE SANTÉ ET DE SÉCURITÉ

La rénovation éconergétique d'une maison ne devrait présenter que peu de risques ou même aucun danger pour les occupants ou ceux qui effectuent les travaux, si les précautions adéquates sont prises. Même si la plupart des matériaux de construction et des travaux de rénovation peuvent présenter des risques, ces risques seront faibles si les matériaux sont manipulés avec soin et que les travaux sont effectués dans le respect des consignes de sécurité. Prenez toujours le temps de lire et de respecter les recommandations du fabricant relativement aux procédures de sécurité lorsque vous travaillez avec divers matériaux.

Les chapitres qui suivent comportent des rappels de sécurité pour chaque type de rénovation effectué. La présente section fournit des conseils généraux de sécurité en construction ainsi que des directives.

Conseils de sécurité généraux relatifs à la construction

- Soyez prudent avec les outils, et particulièrement avec les outils loués. Dans le cas d'outils spécialisés, comme les pistolets pneumatiques, les pulvérisateurs et les fixateurs à cartouches, il faut posséder une formation spéciale et de l'expérience.
- Ayez une trousse de premiers soins et un extincteur à portée de la main et sachez comment les utiliser.
- Prenez garde à votre dos lorsque vous levez des objets lourds; ne levez pas d'objets à bout de bras

Figure 1-1 Vêtements protecteurs



et soyez particulièrement prudent lorsque vous manipulez des objets lourds ou encombrants, surtout lorsque vous montez ou descendez les escaliers ou les échelles.

- Ne fumez pas près de l'isolant ou des gaz (méfiez-vous des flammes nues non visibles, comme les veilleuses).
- Organisez votre espace de travail, placez vos outils loin des lieux achalandés et prévoyez suffisamment d'espace de manœuvre.
- Assurez-vous que l'espace de travail est bien éclairé et ventilé, et que des dispositifs amortisseurs de chute sont en place aux endroits requis.
- Assurez-vous de disposer d'une alimentation électrique adéquate pour brancher vos outils.
- Portez des vêtements, bottes, casques, équipements de protection de l'ouïe, masques et lunettes appropriés pour le travail à effectuer.
- Évitez de travailler dans l'entretoit lorsqu'il fait chaud. Le stress thermique peut entraîner des accidents et des maladies graves.

1.4.1 Isolant et vermiculite contenant de l'amiante

Certaines vieilles maisons peuvent être isolées, entièrement ou partiellement, avec de l'amiante. Ce matériau est généralement de couleur blanche ou grisâtre et de forme poudreuse ou semi-fibreuse.

Si vous trouvez ce matériau, communiquez avec votre service de santé municipal ou régional afin de déterminer si vous devez consulter un spécialiste qualifié pour travailler avec l'amiante.

Certains types d'isolant de vermiculite peuvent contenir des fibres d'amiante. Entre les années 1920 et 1990, il est possible qu'un minerai de vermiculite produit par la société Libby Mine du Montana, aux États-Unis, ait contenu de l'amiante amphibolique. Ce produit était vendu au Canada sous la marque Zonolite® Attic Insulation et possiblement sous d'autres marques.

La vermiculite produite avant 1990 ne contient pas forcément de l'amiante. Cependant, pour éviter tout danger en l'absence de preuve du contraire, il est raisonnable de supposer que, si votre maison est isolée avec un vieux produit de vermiculite, celui-ci pourrait contenir de l'amiante.

Si la vermiculite est installée dans les cavités murales ou l'entretoit et qu'elle n'est pas déplacée, elle pose peu de risque pour la santé. Il en va toutefois autrement si elle est mise à découvert ou déplacée, notamment au cours de travaux de rénovation. L'inhalation d'amiante est liée à l'amiantose, le cancer du poumon et le mésothéliome.

Si vous trouvez un vieux produit de vermiculite dans votre maison, n'y touchez pas et consultez la publication de Santé Canada intitulée *Votre santé et vous – Isolant de vermiculite pouvant contenir de l'amiante amphibolique*, que vous pouvez obtenir gratuitement en composant le 1 800 O-Canada ou en visitant le site hc-sc.gc.ca.

1.4.2 Moisissure

Si vous soupçonnez la présence de moisissures dans votre maison, vous devez procéder à un nettoyage en profondeur des endroits touchés et les désinfecter; vous devez jeter tous les matériaux contaminés. Afin de contrôler et de diminuer les risques de croissance des moisissures, contrôlez les sources de moisissure, maintenez le taux d'humidité ambiant aux niveaux recommandés (voir la section 2.4 Contrôle du flux d'humidité), et remédiez aux infiltrations et fuites d'eau.

Pour obtenir plus d'information, consultez la publication de la SCHL de la série *Votre maison* intitulée *Combattre la moisissure – Guide pour les propriétaires-occupants*. Voir le chapitre Ressources pour savoir comment vous procurer le document.

1.4.3 Radon

Le radon est un gaz radioactif incolore, inodore et insipide. Il résulte de la désintégration naturelle

de l'uranium dans le sol, les couches rocheuses et l'eau. À l'extérieur, le radon présent dans le sol est libéré dans l'atmosphère où il se mélange à l'air frais, produisant des concentrations trop faibles pour être préoccupantes. Toutefois, lorsque le radon s'infiltré dans un espace clos tel qu'une maison, il peut parfois s'accumuler à des concentrations élevées susceptibles de poser un risque pour la santé. La seule façon de vérifier la présence de radon dans la maison est d'effectuer un test de radon.

Pour obtenir plus d'information sur le test de radon et la façon de réduire les niveaux de radon de la maison, consultez la publication de la SCHL intitulée *Le radon – Guide à l'usage des propriétaires canadiens* ou visitez le site Web de Santé Canada à l'adresse hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/index-fra.php (voir le chapitre Ressources).

1.4.4 Protégez votre santé et celle de votre famille

Nombre de matériaux utilisés laissent échapper des particules, des fibres ou des vapeurs durant l'installation qui peuvent être nocives pour quiconque pose le matériau ou se trouve dans son voisinage immédiat. Même les matériaux naturels, comme la sciure de bois et la poussière de plâtre, peuvent être nocifs. Très souvent, le danger ne provient pas des matériaux eux-mêmes, mais des liants, solvants, stabilisants et autres additifs.

Pour garantir des travaux de rénovation sécuritaires et efficaces, veillez à la propreté de votre chantier, isolez-le du reste de la maison et suivez les lignes directrices suivantes :

- ensachez correctement et jetez tous les déchets;
- assurez-vous que les matériaux fibreux et ceux qui laissent échapper des vapeurs sont conservés dans des contenants bien scellés jusqu'à leur utilisation et refermez ces contenants à la fin de la journée de travail;

- passez l'aspirateur tous les jours sur les lieux de travail pour enlever les fibres et la poussière;
- aérez les lieux de travail et isolez-les du reste de la maison en fermant les portes ou en suspendant des rideaux de plastique;
- aérez bien le reste de la maison pendant que les travaux sont en cours et durant les périodes de séchage ou de durcissement;
- les chiffons et la sciure de bois exposés à des produits de finition peuvent entrer en combustion spontanée; suivez attentivement les directives pour l'élimination de ces produits.

1.4.5 Isolants et autres matériaux à particules

Les matériaux isolants fibreux, comme la fibre de verre et la laine minérale, peuvent facilement irriter la peau, les yeux et le système respiratoire. Afin d'éviter l'irritation de la peau, il est recommandé de porter une combinaison légère et jetable, ou des vêtements épais et amples aux manches longues et aux poignets serrés. Vous pouvez vous procurer des crèmes protectrices pour la peau chez les détaillants d'équipement et de vêtements de sécurité et chez certains fournisseurs de matériaux de construction lorsque vous travaillez avec des matériaux fibreux.

Le port de lunettes protectrices est recommandé lorsque des poussières de matériaux isolants risquent d'entrer en contact avec les yeux. Les fibres cassantes peuvent facilement irriter ou échauffer les yeux, et même causer des dommages permanents. Portez un casque protecteur afin de prévenir les blessures à la tête, les bosses et les coupures (surveillez les clous à toiture à découvert dans l'entretoit) et pour protéger les cheveux contre les particules d'isolants.

Évitez de respirer les poussières d'isolants, de bois et de plastique. Portez un demi-masque respiratoire avec filtre à particules bien conçu et ajusté au visage pour la manutention de la fibre de verre, de la laine minérale et de la fibre cellulosique.

Soyez très prudent si vous ouvrez des greniers, des cavités murales ou des plafonds. Portez un masque bien ajusté avec des cartouches de remplacement afin d'éviter d'inhaler de la poussière, du pollen, des spores de moisissures et des déjections de chauves-souris, souris et autres vermines. Il est recommandé d'utiliser un demi-masque respiratoire doté d'un filtre à haute efficacité. Vous pouvez vous procurer ce type de masque chez les détaillants d'équipement et de vêtements de sécurité. Achetez des filtres de rechange appropriés au matériau que vous utilisez, et changez les filtres conformément aux directives du fabricant.

L'isolant de plastique

L'isolant en polystyrène rigide est en principe un matériau inerte, mais il peut perdre de ses particules s'il est coupé; il est donc recommandé de porter un masque lorsque vous coupez les panneaux. En outre, les isolants en polyuréthane dégagent des émanations nocives lors de la coupe et lorsque le matériau est vaporisé sur les lieux de travail. Les émanations entraînent des irritations de la peau et des yeux et des troubles respiratoires, même à de bas niveaux d'exposition; alors, aérez bien l'espace de travail.

Lorsque les entrepreneurs posent le matériau à vaporiser, ils prennent des mesures de sécurité particulières et utilisent des respirateurs. Si vous envisagez de faire installer de l'isolant en mousse à l'intérieur de votre maison, prévoyez une aération supplémentaire jusqu'à ce que le matériau sèche. La période de séchage dure généralement entre 24 et 48 heures.

Calfeutrage

Les produits d'étanchéité et les matériaux de calfeutrage ont une composition chimique très variée. La plupart des produits d'étanchéité utilisent des solvants pour garder leur malléabilité jusqu'à ce qu'ils soient installés. Une fois le produit de calfeutrage appliqué, les solvants s'évaporent et

il s'en dégage des gaz pendant le séchage. Ces gaz peuvent causer des irritations du système respiratoire ou d'autres réactions allergiques. Assurez-vous que les lieux de travail sont bien aérés et prévoyez une aération supplémentaire au reste de la maison durant la période de séchage qui peut durer de quelques jours à quelques semaines.

1.4.6 Peinture à base de plomb

Les vieilles maisons, surtout celles construites avant 1950, étaient souvent peintes avec de la peinture à base de plomb. On doit prêter une attention particulière au travail des fenêtres, des portes, des boiseries, des parements de bois et des porches. Pour de plus amples renseignements, procurez-vous un exemplaire de la publication de la SCHL intitulée *Le plomb dans votre maison* (voir le chapitre Ressources).

1.4.7 Nettoyage

Il est recommandé d'utiliser un aspirateur pour déchets solides et humides (du genre Shop-Vac^{MC}) doté de filtres à haute efficacité pour ramasser toutes les fibres ou poussières d'isolants. Attachez un tuyau de rallonge à la bouche de sortie de l'aspirateur et évacuez les déchets à l'extérieur pour s'assurer que les particules qui passent dans le filtre ne circuleront pas de nouveau dans l'air de la maison.

NOTE TECHNIQUE : N'utilisez pas l'aspirateur de la maison *surtout* si c'est pour aspirer la poussière du placoplâtre. Cette poussière fine risque d'endommager le moteur de l'aspirateur et celui du ventilateur de l'appareil de chauffage, ce qui pourrait rendre nulles les garanties.

Si vous vous servez d'un balai, mouillez-le d'abord afin de rabattre les particules au sol. Passez également l'aspirateur sur vos vêtements afin de ne pas répandre les poussières dans toute la maison. Il faut laver les vêtements de travail séparément des autres.

1.4.8 Rénovations pour les hypersensibles

Les travaux de rénovation peuvent entraîner certains problèmes de santé chez les personnes souffrant d'allergies ou d'asthme, ou sensibles aux produits chimiques. La SCHL offre des conseils précieux pour tenir compte de ces préoccupations au moment des rénovations. Voir le chapitre intitulé Ressources.

Emprisonnons la chaleur

2 Le mécanisme de la maison

2.1 Notions fondamentales sur la performance de la maison

2.2 Contrôle du flux de chaleur

2.3 Contrôle du flux d'air

2.4 Contrôle du flux d'humidité

2.5 Les vieilles maisons

2.1 NOTIONS FONDAMENTALES SUR LA PERFORMANCE DE LA MAISON

Notre maison devrait être solide et durable, nous protéger, nous garder au chaud et nous offrir le confort. Certains facteurs interagissent pour répondre à ces besoins, notamment l'enveloppe du bâtiment, le système mécanique et nous, les occupants. Le présent guide traite surtout des façons d'améliorer le rendement de l'enveloppe de la maison.

2.1.1 L'enveloppe du bâtiment

L'enveloppe, qui constitue la carcasse de la maison, comprend les murs et le plancher du sous-sol ou du vide sanitaire (la fondation), les murs au-dessus du niveau du sol, le toit, les fenêtres et les portes. L'enveloppe du bâtiment sépare l'environnement intérieur du climat extérieur. Pour protéger notre environnement intérieur, l'enveloppe doit contrôler

LE MÉCANISME DE LA MAISON

Comprendre le mécanisme d'une maison avant de commencer les travaux de rénovation contribuera à vous assurer que les travaux répondront à vos attentes et que de nouveaux problèmes ne surgiront pas pendant que vous résolvez les anciens. Le présent chapitre vous apprend comment les notions de la science du bâtiment peuvent vous aider à contrôler le flux de chaleur, d'air et d'humidité, et pourquoi ces facteurs doivent être pris en considération comme un tout.

le flux de chaleur, d'air et d'humidité de l'intérieur de la maison vers l'extérieur.

2.1.2 L'enveloppe du bâtiment et le flux de chaleur

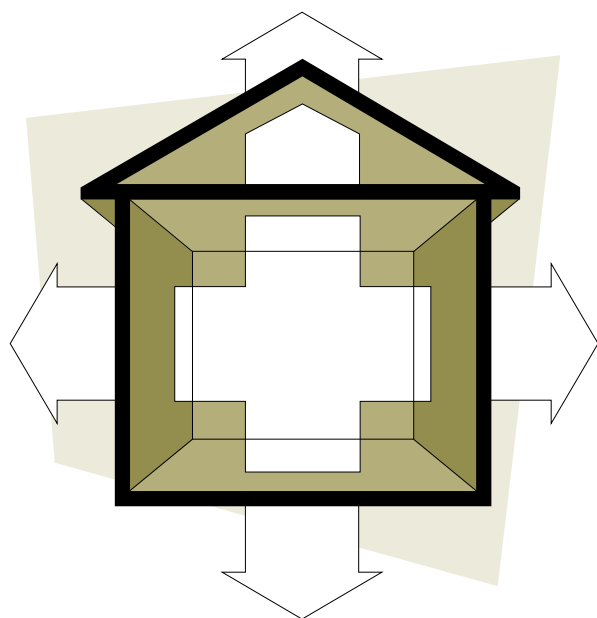
La chaleur se déplace vers les endroits où apparaît une différence de température. Plusieurs personnes croient que la plus grande partie des pertes de

chaleur se fait par le plafond à cause de la tendance de l'air chaud à s'élever. Tel n'est pas toujours le cas. La chaleur se déplace dans toutes les directions – vers le haut, vers le bas ou vers les côtés – en autant que ce soit d'un endroit chaud vers un endroit froid.

2.1.3 Comment la chaleur se transmet-elle?

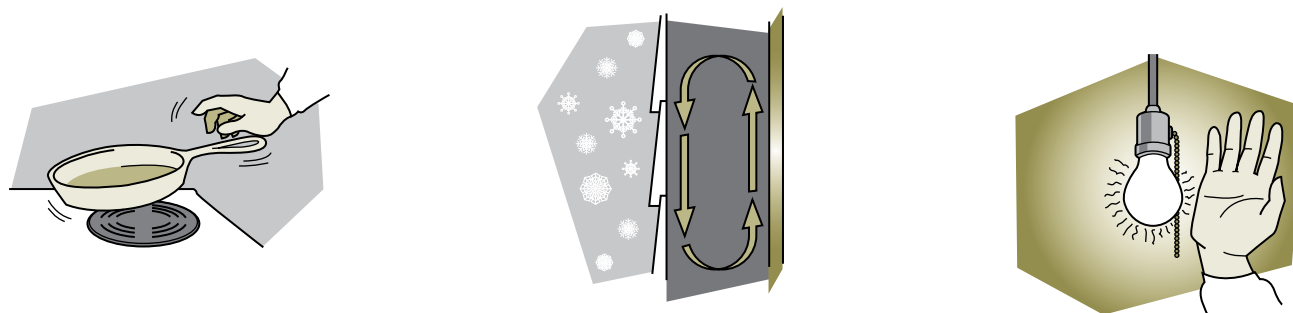
Le flux de chaleur se fait de trois façons différentes. Dans un mur, par exemple, la chaleur peut se mouvoir d'une, de deux ou de trois façons en même temps.

Figure 2-1 La chaleur s'échappe de la maison par toutes les directions



- **Par conduction :** La chaleur se propage directement d'une partie à l'autre d'un même objet par les molécules qui s'entrechoquent. Par exemple, la chaleur d'une poêle en fonte est transmise au manche et, éventuellement, à votre main. Certains matériaux conduisent mieux la chaleur que d'autres en raison de leur structure. Les matériaux isolants réduisent la transmission de la chaleur à l'aide de minuscules poches d'air qui sont relativement peu conductrices de chaleur.
- **Par convection :** Le mouvement de l'air ou d'un fluide comme l'eau peut aussi transmettre la chaleur. À l'intérieur d'un mur non isolé, par exemple, l'air se réchauffe au contact de la paroi chaude et se déplace vers la paroi froide où il perd sa chaleur. De la chaleur est aussi transmise par le mélange de l'air chaud et froid. Les courants froids de convection sont souvent pris pour des fuites d'air autour des fenêtres.

Figure 2-2 La chaleur se déplace par conduction, convection et rayonnement



- **Par rayonnement :** Tout objet propage de la chaleur par rayonnement de la même façon qu'un feu ou que le soleil. Si vous vous placez devant une fenêtre froide, vous dégagez de la chaleur vers celle-ci et vous ressentez le froid, même si la température de la pièce est élevée.

Dans la plupart des maisons, le rayonnement représente moins de 10 p. 100 des pertes thermiques, et la plus grande part de ce pourcentage est attribuable aux fenêtres. La conduction et la convection sont les principales causes de pertes de chaleur; les fuites dans une maison sont souvent causées par la convection.

2.1.4 L'enveloppe du bâtiment et le flux d'air

Le flux d'air incontrôlé (les fuites) à travers l'enveloppe peut se révéler une source importante de perte thermique et entraîner d'autres problèmes. Puisque l'air chaud peut contenir une grande quantité de vapeur d'eau, la circulation de l'air constitue également la principale voie par laquelle l'humidité s'infiltre dans l'enveloppe.

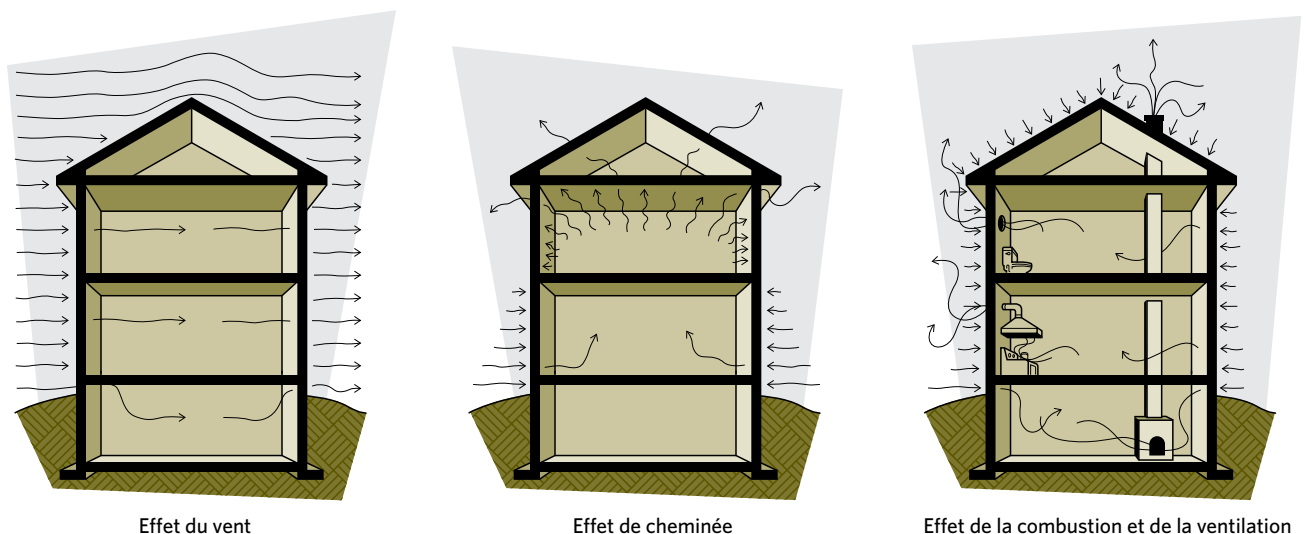
En hiver, l'air intérieur est poussé vers l'extérieur à travers l'enveloppe du bâtiment, déplaçant de la

chaleur et de l'humidité, tandis que l'air qui entre en remplacement est sec et crée des courants d'air.

Pour que l'air circule d'un côté à l'autre, il doit y avoir des trous dans l'enveloppe et une différence de pression d'air entre l'intérieur et l'extérieur. La différence de pression d'air peut être causée par un ensemble de divers facteurs comme le vent, une différence de température qui crée un effet de cheminée dans la maison et les appareils de combustion ou les ventilateurs d'évacuation.

- **L'effet du vent :** Lorsque le vent souffle contre la maison, il crée une zone de haute pression du côté exposé au vent et force l'air à pénétrer à l'intérieur. Il existe une zone de basse pression de l'autre côté, dans la direction du vent (et parfois des autres côtés) où l'air est expulsé de la maison.
- **L'effet de cheminée :** Dans une maison chauffée, l'air chaud moins dense s'élève et prend de l'expansion, créant ainsi une zone de pression plus élevée près du niveau supérieur de la maison. L'air s'échappe par les trous au plafond et les fissures dans les murs autour des fenêtres de l'étage supérieur. La force de l'air qui s'élève

Figure 2-3 Causes de flux d'air à travers l'enveloppe du bâtiment



crée une pression plus basse près du niveau inférieur de la maison, ce qui tire l'air extérieur par les fissures et les ouvertures (p. ex., les fenêtres du sous-sol et les espaces entre les solives).

L'effet de cheminée augmente avec le débit de fuites d'air, la hauteur des bâtiments et lorsque la différence entre la température de l'air intérieur et extérieur est élevée.

- **L'effet de la combustion et de la ventilation :**

Les appareils alimentés par un combustible comme le bois, le mazout, le gaz naturel ou le propane ont besoin d'air pour assurer la combustion et assurer le tirage nécessaire dans la cheminée. Les cheminées et les foyers ouverts tendent à évacuer beaucoup d'air, ce qui diminue la pression dans la maison. Comme cet air doit être remplacé, l'air extérieur est aspiré à travers les fissures de l'enveloppe du bâtiment. (Voir la section 9.4 Ventilation et air de combustion.)

2.1.5 L'enveloppe du bâtiment et l'humidité

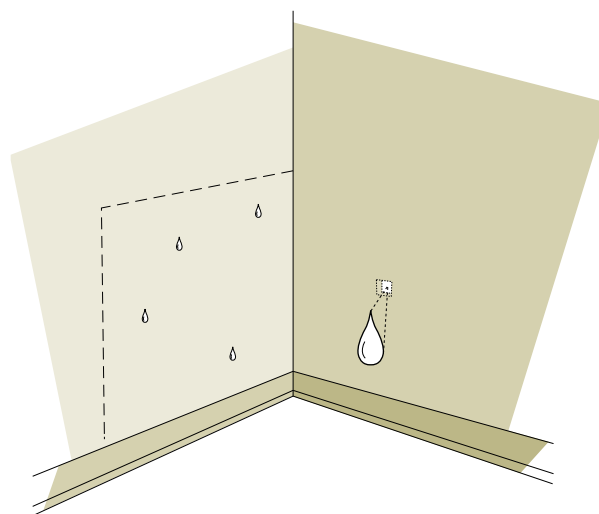
L'eau, dans tous ses états, est la principale cause de dommage à un bâtiment et elle a une incidence sur sa durabilité.

L'humidité peut causer l'effritement du béton, le pourrissement du bois et l'écaillage de la peinture; elle peut aussi endommager le plâtre, les tapis et favoriser la moisissure. L'humidité peut se présenter sous forme solide (glace), liquide ou gazeuse (vapeur d'eau). Elle peut provenir de l'extérieur, par exemple, du ruissellement, d'une nappe d'eau souterraine, de la glace, de la neige, de la pluie ou de la brume. Elle peut également provenir de l'intérieur sous forme de vapeur d'eau produite par les occupants de la maison et leurs activités comme le lavage, le nettoyage et la cuisson, ou par des sources directes, comme les plantes d'intérieur, les aquariums et les humidificateurs. L'humidité peut également résulter de fuites des canalisations de plomberie, de puisards et de fondations humides ou qui fuient.

Sous ses différentes formes, l'humidité peut pénétrer dans l'enveloppe du bâtiment de nombreuses façons.

- **Gravité :** L'eau qui s'écoule d'un toit ou la condensation qui descend le long du vitrage d'une fenêtre démontre bien la façon dont la gravité tire l'eau vers le bas.
- **Diffusion capillaire :** L'eau peut aussi se déplacer de côté ou vers le haut par diffusion capillaire. La diffusion capillaire dépend de la présence de petits interstices, par exemple, dans les planches à recouvrement ou les matériaux poreux tels que le béton ou la terre. Pensez à la façon dont les essuie-tout absorbent l'eau.
- **Diffusion :** La vapeur d'eau peut également pénétrer dans les matériaux par diffusion. La diffusion dépend de la différence entre la pression de vapeur d'eau et la résistance des matériaux à cette pression (p. ex., certaines peintures contribuent à réduire la diffusion à travers la cloison sèche).
- **Mouvement de l'air :** L'humidité sous forme de vapeur d'eau est transportée par l'air en mouvement à un endroit où il y a une fuite d'air,

Figure 2-4 Pénétration de l'humidité par des trous dans l'enveloppe du bâtiment



Une petite fuite d'air peut laisser pénétrer 100 fois plus d'humidité qu'il en pénétrerait par diffusion au même endroit.

par exemple, une fissure dans l'enveloppe de la maison.

Un flux d'air à travers un petit trou dans l'enveloppe est susceptible d'apporter beaucoup plus d'humidité que la diffusion à travers les matériaux du bâtiment.

2.1.6 Condensation

La vapeur d'eau devient un problème lorsqu'elle se condense en liquide, ce qui se produit lorsque l'humidité relative est de 100 p. 100 (point de rosée) et que l'air ne peut contenir plus de vapeur d'eau. L'air chaud contient beaucoup plus de vapeur d'eau que l'air frais.

La condensation sur les fenêtres est un exemple courant. Lorsque l'air entre en contact avec la fenêtre froide, il perd de la chaleur. L'air ne pouvant plus contenir toute la vapeur d'eau, une partie de celle-ci se condense sur la surface de la fenêtre. Si la fenêtre est très froide, la condensation apparaîtra sous forme de givre. Les endroits humides dans la maison tels que la cuisine, la salle de bain et certains sous-sols et vides sanitaires sont plus propices à la formation de condensation.

2.1.7 La maison en tant que système

Une maison fonctionne comme un système. Tous les éléments d'une maison, notamment l'environnement, l'enveloppe, les systèmes mécaniques et les activités des occupants, interagissent et le résultat de cette interaction influe sur le rendement de la maison en tant que système. On peut éviter bien des problèmes en tenant compte de ces relations.

À titre d'exemple, en réduisant les fuites d'air, vous rendez la maison plus confortable pour les occupants et vous protégez l'enveloppe des dommages causés par l'humidité, mais vous augmentez par ricochet le degré d'humidité puisqu'il y a moins de vapeur d'eau qui s'échappe. Il pourrait ainsi se produire plus de condensation sur les vitres. Une maison atteignant ce degré d'étanchéité aura besoin de plus de ventilation.

On peut donc conclure qu'un changement apporté à un élément de la maison peut avoir un effet immédiat sur d'autres. De nombreux petits changements effectués au fil du temps risquent aussi d'influer sur l'équilibre du système.

Avant de commencer les travaux de rénovation, il serait bon de revoir ce qui entre en jeu et de connaître les autres aspects de la maison qui seront touchés. Si vous prévoyez effectuer des travaux d'envergure, vous devrez peut-être prévoir apporter des changements à votre système de chauffage ou de ventilation et inclure ces changements dans vos projets. Lorsque vous effectuez des travaux moins importants échelonnés sur une certaine période, évaluez votre maison avec soin après chaque phase pour déterminer l'effet des changements apportés.

Surveillez les signes d'une augmentation de l'humidité relative, comme la condensation sur les vitres, l'air vicié et les odeurs persistantes. Il faudra probablement modifier les réglages des systèmes de chauffage et de ventilation pour que le système fonctionne adéquatement.

2.2 CONTRÔLE DU FLUX DE CHALEUR

L'isolant entoure la maison d'une couche de matériaux qui retarde les pertes thermiques vers l'extérieur. L'air immobile transmet mal la chaleur et constitue un assez bon isolant. Toutefois, dans les grands espaces comme les cavités murales, il peut encore se produire des pertes thermiques par convection ou par rayonnement. L'isolant divise l'espace d'air en minuscules poches d'air immobile, ce qui empêche les pertes thermiques par convection. Parallèlement, l'isolant réduit les pertes par rayonnement.

2.2.1 Quelle est la valeur de l'isolation?

Pour attribuer une valeur à l'isolation, on mesure sa résistance au flux de chaleur, et l'étiquette des produits affiche à la fois la valeur RSI (résistance

système international) et la valeur R. La valeur R exprime la mesure en unités impériales, alors que la valeur RSI exprime les unités métriques de la résistance thermique.

Appliquez l'équation suivante pour convertir une valeur R (unités impériales) en valeur RSI (unités métriques).

Conversion d'une valeur R en RSI

$$\text{Valeur R} / 5,678 = \text{RSI}$$

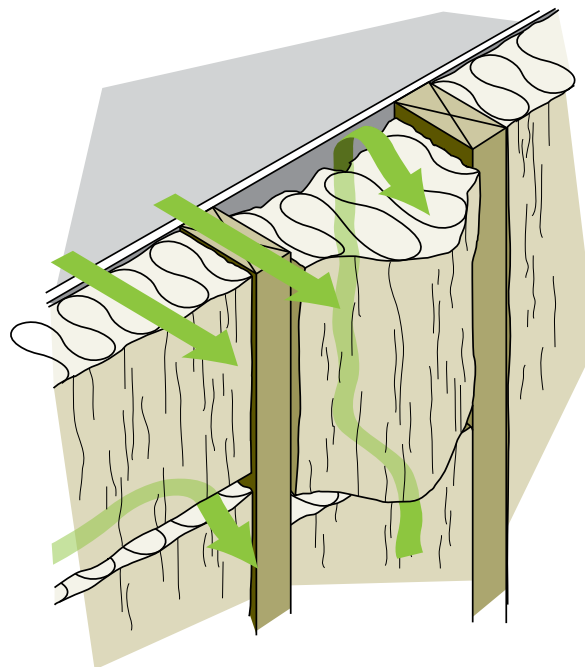
$$\text{Exemple : } 20 / 5,678 = \text{RSI } 3,52$$

Plus la valeur de résistance est élevée, plus il faut de temps pour que la chaleur s'échappe à travers le matériau isolant. Il peut arriver qu'une marque donnée d'isolant se présente sous une forme plus épaisse ou plus mince qu'une autre, mais à valeur de résistance égale, elles offrent toutes deux la même protection contre la perte de chaleur. Le chapitre 3 intitulé Les matériaux traite des différents isolants et de leur valeur RSI.

Suivez ces directives générales lorsque vous installez l'isolant.

- Assurez-vous de remplir avec l'isolant tout l'espace de façon uniforme. Tout espace ou recoin sans isolant permettra aux courants de convection de se produire et, parfois, à la chaleur de contourner complètement l'isolant.
- Minimisez l'effet des ponts thermiques. Un pont thermique est tout matériau solide qui met en contact le côté chaud de l'enveloppe du bâtiment avec le côté froid (p. ex., le poteau d'ossature d'un mur). Lorsque l'isolant, par exemple, un panneau en mousse, est installé sur un côté du pont thermique, il agit comme barrière et réduit ainsi la transmission de chaleur.
- L'isolant en vrac doit être posé par un entrepreneur qui respectera l'épaisseur d'isolant appropriée aux dimensions de l'espace et

Figure 2-5 Pont thermique et courants de convection dans une cavité murale



Les poteaux en bois forment un pont thermique et les vides dans l'isolant permettent aux courants d'air de circuler par convection.

le soufflera selon la bonne densité, ce qui est particulièrement important pour les applications murales et dans un toit cathédrale ou plat.

2.2.2 Valeurs RSI nominales et réelles

La valeur nominale de l'isolant représente la valeur d'isolation du produit (p. ex., au rouleau RSI 3,52 [R-20] à l'achat). La valeur réelle d'isolation tient compte des autres composants du bâtiment et de la proportion de la structure qu'ils représentent.

À titre d'exemple, les poteaux d'ossature muraux, les poutres sablières et les sablières basses réduisent la valeur réelle d'un mur isolé, alors que le revêtement, le placoplâtre et la finition extérieure peuvent augmenter la résistance thermique d'un mur. À titre d'exemple, un isolant en rouleau de valeur RSI 3,52 (R-20) installé dans un mur de 2 x 6 pourrait afficher une valeur réelle de seulement 2,99 (R-17).

Figure 2-6 Valeurs nominales par opposition aux valeurs réelles RSI (R)

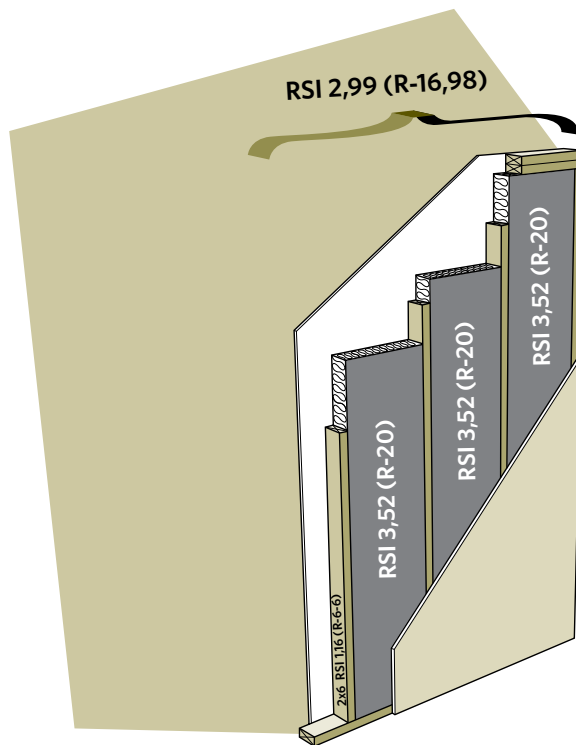
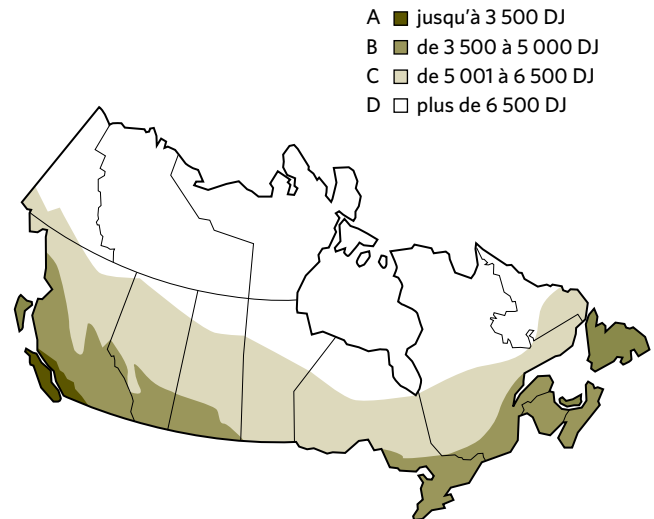


Figure 2-7 Zones de degrés-jours de chauffage



Les degrés-jours (DJ) sont une mesure des besoins en chauffage basée sur la différence entre la moyenne des températures extérieures journalières et 18 °C (65 °F). Les totaux cumulatifs pour le mois ou la saison de chauffage sont utilisés pour évaluer les besoins en énergie pour le chauffage. Chaque zone de la carte représente une région ayant un nombre de DJ comparable.

Tableau 2-1 Valeurs d'isolation minimales recommandées

Composants de la maison	Unités métriques (RSI) ou impériales (R)	Valeur d'isolation nominale			
		Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
Murs	RSI	3,9	4,2	4,8	7,1
	R	22,0	24,0	27,0	40,0
Murs du sous-sol	RSI	3,3	3,3	4,2	4,4
	R	19,0	19,0	24,0	25,0
Toit ou plafond	RSI	7,1	8,8	10,6	10,6
	R	40,0	50,0	60,0	60,0
Plancher (au-dessus d'un espace non chauffé)	RSI	4,8	5,5	7,1	8,8
	R	27,0	31,0	40,0	50,0

Quelle est la quantité d'isolant nécessaire?

Vous devez installer au moins les niveaux minimums précisés dans les codes du bâtiment de votre localité, mais vous pouvez excéder ces valeurs s'il est pratique et économique de le faire. Le type de maison déterminera combien d'isolant peut être réellement rajouté, et la quantité actuelle d'isolant dans la maison aidera à déterminer combien il faut en rajouter. Si vous effectuez d'autres travaux de rénovation en parallèle avec les travaux d'isolation, cela pourrait rendre le moment propice à l'ajout d'isolant.

2.3 CONTRÔLE DU FLUX D'AIR

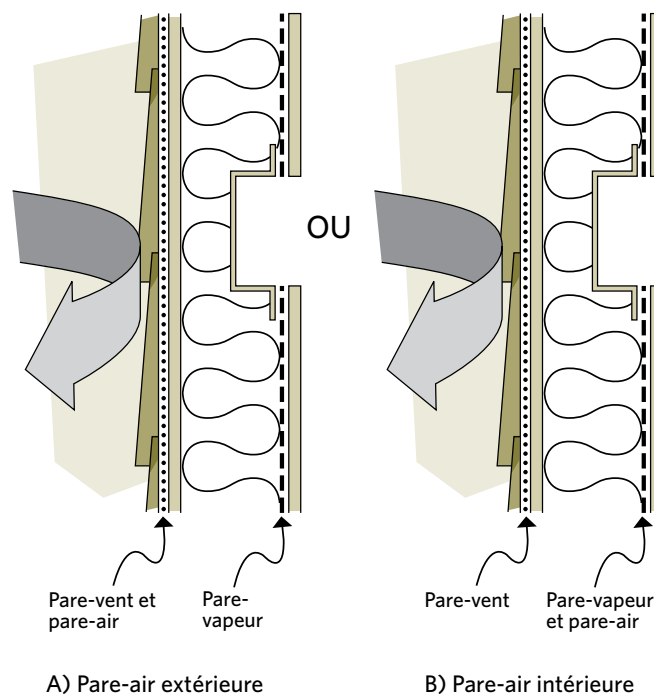
Le contrôle du flux d'air protège les matériaux de construction contre les dommages dus à l'humidité, améliore le confort et procure une maison plus propre, plus saine, plus sûre et plus tranquille. Le contrôle du flux d'air empêche les fuites d'air incontrôlées par l'enveloppe du bâtiment, approvisionne la maison en air frais et ventile l'air vicié, et fournit de l'air de combustion pour des appareils qui brûlent du combustible.

2.3.1 Réduction des fuites d'air : pare-vent, pare-air et pare-vapeur

Pour que l'isolant joue son rôle, il doit emprisonner l'air immobile. Il doit aussi être protégé du vent qui souffle de l'extérieur et de l'air qui s'échappe de l'intérieur.

En règle générale, le pare-air (parfois désigné pare-vent ou coupe-vent) est installé sous le revêtement extérieur du mur ou bardage (parement en bois ou en vinyle, placage en brique, stucco, etc.). Son rôle consiste à protéger les composantes murales des éléments de la nature (pluie, vent, etc.) tout en fournissant une voie d'évacuation vers l'extérieur à la vapeur d'eau qui a pénétré la cavité murale. Il faut prévoir un espace ou un écart à la base du mur pour que l'humidité puisse s'échapper lorsque la pluie s'est infiltrée sous le bardage ou que la vapeur d'eau de l'intérieur a filtré à travers le pare-air. Cet espace, le plan de drainage, permet à l'humidité de s'écouler.

Figure 2-8 Pare-vent, pare-air et pare-vapeur



Le pare-air bloque le flux d'air à travers l'enveloppe du bâtiment. Il réduit les pertes thermiques en empêchant l'air de circuler vers l'intérieur et l'extérieur de la maison à travers l'enveloppe et il protège l'isolant et la structure des dommages causés par l'humidité. Le pare-air, lorsque placé à l'extérieur, peut également faire partie du plan de drainage. Les matériaux de construction classiques, comme le recouvrement extérieur, le papier de construction et le revêtement enveloppant agissent comme pare-air.

Le pare-vapeur est résistant à la diffusion de la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment. Il protège l'isolant et la structure des dommages que pourrait causer l'humidité lorsque la vapeur d'eau pénètre et se condense dans l'enveloppe. Dans certains cas, le pare-vapeur joue également le rôle de pare-air en diminuant les pertes thermiques lorsqu'il empêche l'air de pénétrer et de ressortir à travers l'enveloppe (il sert ainsi de pare-air et de pare-vapeur).

De nombreux matériaux de construction sont assez résistants à la diffusion de vapeur pour être utilisés comme pare-vapeur. Il s'agit notamment des feuilles de polyéthylène, des retardateurs, des peintures à base d'huile et de certaines peintures spéciales pare-vapeur, de certains matériaux d'isolation, du contre-plaqué pour l'extérieur et des panneaux de lamelles orientées ou OSB (oriented strand board).

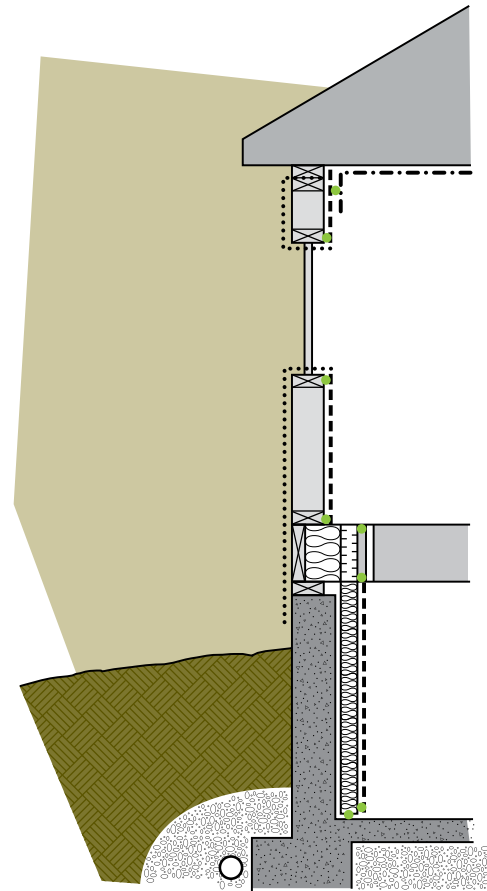
En règle générale, on installe aux maisons neuves un pare-air à l'extérieur et un pare-vapeur à l'intérieur des murs extérieurs. Quant au plafond, on y installe généralement un seul pare-air-vapeur, puisqu'il n'est pas possible d'installer un pare-air extérieur en raison des contraintes liées à l'étanchéité des structures du toit et des plafonds.

Le même matériau peut servir à la fois de pare-air et de pare-vapeur s'il satisfait aux exigences des deux types d'écrans et qu'il est installé de façon appropriée. Le polyéthylène en feuilles et le placoplâtre avec papier d'aluminium peuvent être ainsi utilisés. Pour éviter toute confusion, lorsqu'un matériau possède ces deux caractéristiques, il sera appelé un pare-air-vapeur.

En raison des nombreux matériaux qui composent l'enveloppe de la maison, il est impossible qu'un seul matériau enveloppe complètement la maison et forme un pare-air (voir la Figure 2-9). En fait, le pare-air est un système continu composé de nombreux matériaux qui sont scellés les uns aux autres au moyen de produits de calfeutrage, de rubans, de joints d'étanchéité et de coupe-bise. Voici les matériaux qui composent habituellement un pare-air :

- le polyéthylène, le placoplâtre ou le plâtre, lorsqu'ils sont utilisés pour les grandes surfaces intérieures comme les murs ou les plafonds;
- les fenêtres, portes, trappes, volets motorisés et tout autre dispositif qui sert à fermer les ouvertures dans l'enveloppe;

Figure 2-9 Le pare-air est un système qui joint plusieurs composants du bâtiment



Ligne pointillée = Pare-air
Ligne en tirets = Pare-vapeur
Ligne pointillée et en tirets = Pare-air-vapeur

- dans certains cas, les parties de l'ossature du bâtiment, comme la lisse basse et les solives de bordure.

2.3.2 Quel degré d'étanchéité le pare-air doit-il atteindre?

Le pare-air doit être continu et étanche. Cependant, si le pare-air est trop étanche, comment l'air frais entrera-t-il dans la maison?

Premièrement, la plupart des vieilles maisons laissent tellement pénétrer l'air que, même si l'on prend des mesures énergiques pour éliminer les fuites, il entrera suffisamment d'air pour la ventilation. Deuxièmement, il faut se rappeler que le pare-air n'est que la première étape de contrôle du flux d'air.

Il est également important de fournir de l'air pour la ventilation et la combustion d'une façon contrôlée. Ces étapes peuvent être nécessaires pour les maisons où il y a eu d'importants travaux de rénovation.

Lire le chapitre 9 intitulé Le rendement de votre maison pour obtenir des renseignements importants concernant l'apport suffisant d'air pour la ventilation et la combustion dans votre maison.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ : En vertu des codes du bâtiment, les maisons ayant un appareil à combustion doivent installer un détecteur de monoxyde de carbone (CO) près de l'appareil de chauffage ou de l'équipement à combustion, et un près de chaque chambre à coucher.

2.4 CONTRÔLE DU FLUX D'HUMIDITÉ

Il est essentiel de contrôler l'humidité sous toutes ses formes pour rendre nos maisons durables et confortables. Les techniques de construction, comme l'application des solins, les travaux à la toiture et l'imperméabilisation du sous-sol, protègent adéquatement la maison contre l'eau. Il est aussi important de contrôler le mouvement de la vapeur d'eau afin de protéger davantage la structure de la maison et d'aider à maintenir l'humidité à un degré confortable à l'intérieur.

Le contrôle du flux d'humidité comprend les techniques de construction qui empêchent l'humidité de pénétrer la structure, la production d'une quantité moindre d'humidité et l'évacuation de l'excès d'humidité.

2.4.1 Sources d'humidité dans la maison

Même les maisons qui semblent sèches et ne présentent pas de fuites dans le sous-sol ou le toit peuvent avoir des problèmes d'humidité. Mais d'où vient toute cette humidité?

Une famille de quatre personnes produit environ 50 litres (L) (17 gallons) d'eau par semaine au cours de ses activités domestiques normales. Dans les maisons où le sous-sol n'est pas bien imperméabilisé, l'eau souterraine peut s'infiltrer dans les fondations, se déplacer par diffusion capillaire et s'évaporer le long des murs ou du plancher. Une petite fuite des canalisations de plomberie peut produire une grande quantité d'humidité. Enfin, lorsque le temps est humide, les matériaux de construction et les meubles absorbent l'humidité de l'air et l'expulsent ensuite durant la saison de chauffage.

Malgré toute cette eau produite chaque jour, l'air dans la plupart des vieilles maisons, et même dans les maisons neuves, peu étanches, demeure sec en hiver et on doit installer des humidificateurs. Pourquoi?

L'air froid extérieur ne contient pas beaucoup de vapeur d'eau. Dans les maisons peu étanches, le flux incontrôlé de l'air amène l'air plus froid et plus sec à l'intérieur et force l'air chaud et humide de la maison à sortir par les ouvertures dans le haut des murs et l'entretoit. L'air humide se condense et provoque des moisissures et des dommages à la structure de la maison.

Lorsque l'on rajoute de l'isolant, l'extérieur du bâtiment devient beaucoup plus froid. Si on n'ajoute pas une protection additionnelle, comme un pare-air ou un pare-vapeur, l'eau peut se condenser

dans certaines parties de la structure du bâtiment, notamment dans l'isolant.

Tableau 2-2 Quantité d'humidité ajoutée à l'air de la maison par diverses activités domestiques (pour une famille de quatre)

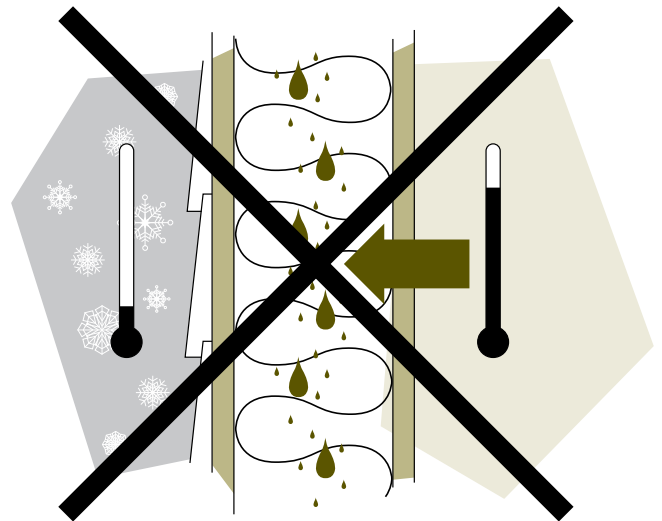
Activité	Humidité produite (L)
Cuisson - trois repas par jour durant une semaine	6,3
Bain - 0,2 L par douche ou 0,05 L par bain	2,4
Lessive (par semaine)	1,8
Lavage du plancher par 9,3 m ² (100 pi ²)	1,3
Respiration et sudation normale des occupants	38,0
Production totale d'humidité par semaine	49,8

Au fur et à mesure que l'air chaud et humide s'achemine vers la paroi froide externe du bâtiment, la vapeur d'eau qu'il contient peut se condenser ou, s'il fait très froid, se transformer en givre. Ce phénomène diminue l'efficacité de l'isolant et peut causer le pourrissement du bois, l'écaillage de la peinture, la déformation du revêtement, la formation de moisissure et d'autres problèmes.

2.4.2 Quel est le degré d'humidité recommandé?

Un degré d'humidité supérieur à 20 p. 100 aide à prévenir les maux de gorge causés par l'air trop sec et procure une sensation de chaleur et de confort. L'air humide éliminera également l'électricité statique dans la maison, protégera les plantes et conservera votre mobilier en bon état.

Figure 2-10 La vapeur d'eau se condense en eau ou en givre lorsqu'elle atteint le point de rosée



Par contre, un degré d'humidité supérieur à 40 p. 100 peut entraîner la formation de givre et de buée sur les fenêtres ainsi que de taches sur les murs et les plafonds, l'écaillage de la peinture, la moisissure et des mauvaises odeurs. Lorsque l'humidité relative est supérieure à 50 p. 100, les maladies transmises par l'air sont plus difficiles à éviter.

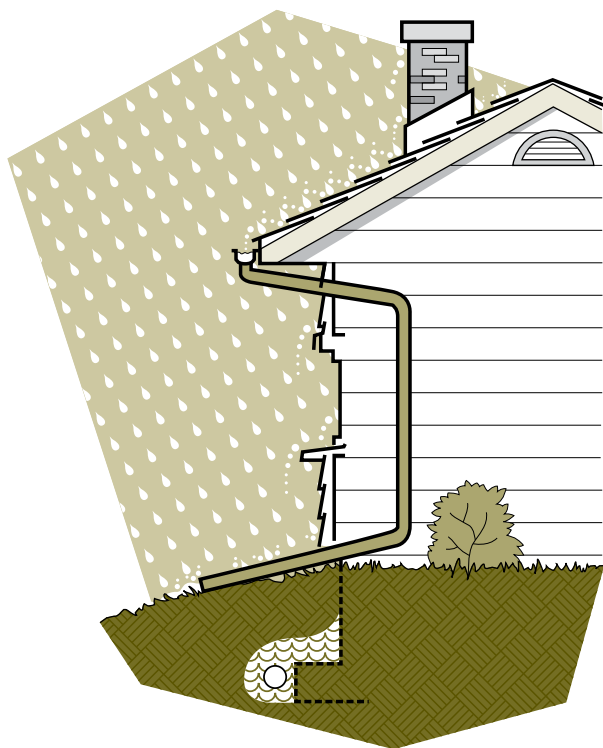
La condensation qui se produit sur les fenêtres ou l'électricité statique peut constituer un bon indice de l'humidité relative. Vous pouvez toutefois installer un détecteur d'humidité (hygromètre) ou un humidistat permettant de mesurer et de contrôler plus exactement le taux d'humidité.

2.4.3 Comment conserver la structure sèche

Il existe quatre moyens de garder la structure de la maison sèche.

- **Pour protéger une maison de l'humidité et des intempéries**, il faut utiliser du papier de construction, du parement, des solins et des gouttières, ainsi que certaines techniques de

Figure 2-11 L'enveloppe du bâtiment doit permettre à l'eau de s'écouler depuis le toit jusqu'à la semelle



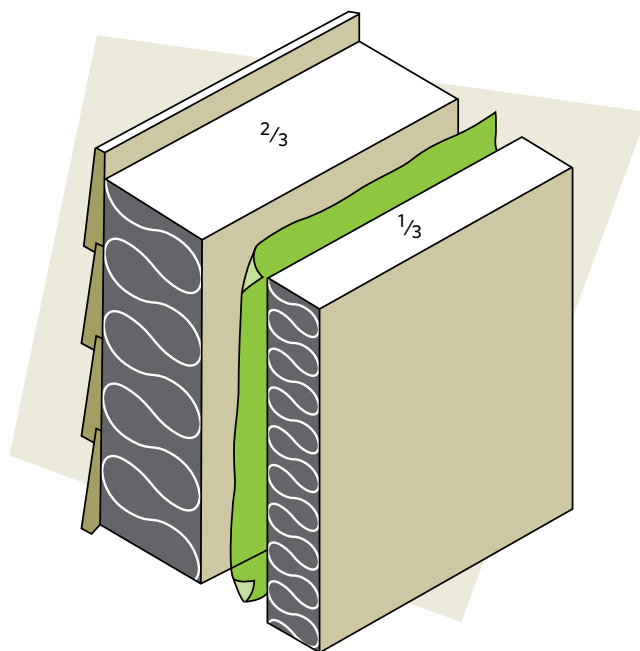
construction (p. ex., un plan de drainage) qui permettent à l'eau de s'écouler et empêchent la pluie de pénétrer. De plus, il faut prendre des mesures, comme assurer un drainage adéquat, prévoir une pente sur le terrain et imperméabiliser, afin de protéger la fondation des fuites souterraines ou de l'humidité s'infiltrant par diffusion capillaire.

- **En réduisant l'humidité à la source**, on réduit la quantité d'humidité produite et on fait sortir l'air humide et entrer l'air plus sec à l'intérieur. (Pour des solutions aux problèmes d'humidité, voir le chapitre 9 intitulé Le rendement de votre maison.)
- **Pour empêcher l'air humide de l'intérieur de s'infiltrer dans l'enveloppe du bâtiment**, il faut installer un pare-vapeur pour réduire la transmission d'humidité par diffusion et un

pare-air pour prévenir la transmission d'humidité par les fuites d'air.

En règle générale, le pare-vapeur devrait être posé du côté chaud de l'isolant. Toutefois, dans certains cas, le pare-vapeur peut être posé à l'intérieur du mur ou du plafond, conformément à la règle du tiers/deux tiers (règle $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ rule). Cette règle précise qu'au moins les deux tiers de la valeur isolante du mur se trouvent du côté froid du pare-vapeur (voir la Figure 2-12). Comme on doit ajuster ce rapport pour les maisons où le degré d'humidité intérieur est élevé (supérieur à 50 p. 100, comme dans les maisons renfermant une piscine intérieure ou un spa) ou pour celles situées dans les régions très froides (p. ex., le Nord canadien), il est recommandé de consulter l'inspecteur en bâtiment de votre localité.

Figure 2-12 Jusqu'à un tiers de l'isolant peut être installé sur le côté chaud du pare-vapeur



- **En laissant l'enveloppe du bâtiment sécher (vers l'extérieur),** on permet à la maison de s'adapter aux fluctuations saisonnières de l'humidité et de laisser sortir toute l'humidité qui pénètre dans l'enveloppe de l'intérieur ou de l'extérieur. On peut laisser sécher l'enveloppe extérieure en appliquant par couches les matériaux les plus résistants à la diffusion de vapeur du côté chaud de l'enveloppe et les moins résistants (comme le papier de construction) à l'extérieur.

Certains murs sont plus efficaces lorsqu'ils sont recouverts de revêtements isolants relativement imperméables puisque les températures intérieures des cavités murales restent élevées. Lorsque vous améliorez l'isolation thermique d'un mur, assurez-vous toujours d'installer un isolant dont la valeur RSI est conforme au code et que les surfaces intérieures résistent à la vapeur.

Certains matériaux de revêtement comportent une poche d'air ou un plan de drainage situé directement derrière le fini extérieur pour permettre aux matériaux de sécher s'ils ont été trempés par la pluie ou rendus humides par le vent ou le rayonnement solaire. Ce plan de drainage laisse également sortir l'humidité qui aurait pénétré dans la cavité murale de l'intérieur. Si vous installez des matériaux de recouvrement isolés, conservez un espace d'égouttement sous l'isolant même si cela diminuera un peu la valeur d'isolation du revêtement.

2.5 LES VIEILLES MAISONS

Les vieilles maisons font partie de notre patrimoine architectural et elles requièrent des soins particuliers lorsque l'on effectue des travaux de rénovation. Il est très important de préserver la durabilité de la structure. Certaines maisons construites avant 1950 peuvent contenir des éléments et des matériaux de construction inhabituels qui nous obligent à improviser et à adapter les méthodes classiques de rénovation.

Les travaux devront tenir compte de l'aspect patrimonial, de la conception, des matériaux et des particularités de la maison. Certaines maisons pourraient également avoir été classées historiques, ce qui limite les éléments qui peuvent être modifiés. Les travaux devront apporter le moins de changements possible à l'apparence extérieure du bâtiment et mettre l'accent sur les réparations plutôt que sur le remplacement des composants du bâtiment. Il serait judicieux de consulter l'inspecteur en bâtiment de votre localité concernant les améliorations envisagées.

Dans certains cas, avant d'entreprendre des travaux qui pourraient modifier la structure, vous pourriez retenir les services d'un architecte ou d'un conservateur du patrimoine ayant des connaissances en matière de protection du patrimoine, ou encore d'un ingénieur. La SCHL offre de l'information sur la rénovation des vieilles maisons (voir le chapitre intitulé Ressources).

3 Les matériaux

3.1 Isolant

3.2 Tableau des valeurs d'isolation

3.3 Pare-air

3.4 Pare-vapeur

LES MATÉRIAUX

Si vous choisissez les bons matériaux et les installez de la bonne façon, vous obtiendrez un produit fini qui répond à vos attentes. Ce chapitre traite de l'isolant ainsi que des matériaux utilisés pour la confection des pare-air et des pare-vapeur.

3.1 ISOLANT

Pour être efficace, l'isolant doit être résistant au flux de chaleur, remplir tout l'espace uniformément, être durable et, dans certains cas, résister à la chaleur ou à l'humidité. Différents matériaux isolants peuvent être utilisés à divers endroits de l'enveloppe de la maison, selon l'espace disponible, l'accessibilité et d'autres exigences d'installation.

Il faut aussi se poser les questions suivantes :

- Est-il possible de se procurer l'isolant dans votre localité?
- Est-il relativement facile à poser, surtout si vous le faites vous-même?
- S'agit-il du meilleur achat compte tenu de l'espace accessible (une valeur isolante élevée par dollar s'il y a beaucoup à couvrir, ou une valeur isolante élevée par rapport à l'épaisseur de l'isolant s'il n'y a pas beaucoup d'espace)?

- Est-il assez souple pour remplir les vides de formes irrégulières?
- Est-il assez rigide pour supporter les matériaux de revêtement et résister aux pressions?
- Certains isolants nécessitent-ils plus de produits accessoires que d'autres (revêtements ignifuges, pare-air-vapeur, cadrages)?

Pour connaître les exigences relatives à une installation adéquate, à la façon de manipuler le matériau, à l'équipement de sécurité et aux vêtements de protection requis, suivez les directives du fabricant (voir la section 1.4 intitulée Mesures de santé et de sécurité).

3.1.1 Faites votre recherche

Dès que votre choix est arrêté, informez-vous sur le produit que vous comptez utiliser et les bonnes techniques d'installation. Comparez les avantages, les limites et l'utilisation envisagée de chaque produit.

Les matériaux (ou leur emballage) portent généralement une marque indiquant leur conformité aux normes canadiennes qui régissent les produits. Si ce n'est pas le cas, ils ont sans doute un numéro d'évaluation émis par le Centre canadien de matériaux de construction (nrc-cnrc.gc.ca/fra/services/irc/ccmc.html). Vous pouvez aussi communiquer avec le bureau de votre municipalité pour vérifier si les produits que vous prévoyez utiliser sont acceptables dans votre localité.

Les fabricants, fournisseurs et entrepreneurs devraient être en mesure de vous fournir des renseignements sur les produits. Ils devraient aussi être en mesure de vous informer de toute question liée à la santé et à la sécurité (comme la qualité de l'air ambiant et la prévention des incendies) et des mesures qu'ils prendront pour réduire les risques.

Demandez la fiche signalétique (FS) qui fait état des substances dangereuses, des renseignements en matière de sécurité et des mesures d'urgence concernant certains produits. L'établissement

d'une FS est obligatoire pour certains produits industriels et chimiques utilisés en milieu de travail, comme la peinture, les produits de calfeutrage, l'isolant en mousse et les agents nettoyants. La FS n'est pas obligatoire pour les articles manufacturés (p. ex., les matériaux isolants) ou les produits de consommation, mais elle pourrait être disponible auprès du fabricant ou du fournisseur.

Les fabricants et les fournisseurs ont la responsabilité de s'assurer que les produits qu'ils vendent sont conformes aux lois canadiennes. Si la sécurité d'un produit en particulier vous préoccupe, renseignez-vous afin de savoir si le produit est interdit ou réglementé en vertu de la *Loi sur les produits dangereux* (la Loi), d'autres lois fédérales, provinciales ou territoriales pertinentes ou des règlements municipaux.

Par exemple, à la date de publication du présent document, un type de matériau isolant était interdit et deux autres étaient réglementés en vertu de la Loi.

Produit interdit

- Mousse isolante d'urée-formaldéhyde (MIUF) injectée sur place (interdite au Canada depuis 1980) : L'interdiction comprend les produits d'isolation à base d'urée-formaldéhyde en vente aux États-Unis et qui sont installés selon un processus de moussage.

Produits réglementés

- Isolant en fibre cellulosique (réglementé au Canada en 1979) : Ce matériau isolant et efficace d'usage courant doit être conforme à certaines normes de rendement concernant l'inflammabilité, entre autres.
- Amiante : Il est interdit de vendre un produit entièrement composé d'amiante comme produit de consommation. Les produits d'amiante appliqués par pulvérisation doivent contenir des fibres d'amiante recouvertes d'un liant lors de la pulvérisation et ne doivent pas être friables une fois séchés.

Pour de plus amples renseignements sur la Loi et pour des précisions sur les exigences susmentionnées, communiquez avec le Bureau de la sécurité des produits de consommation de Santé Canada. Référez-vous au site hc-sc.gc.ca/contact/cps-spc/hecs-dgsesc/pso-bsp-fra.php, téléphonez au 1-866-662-0666 ou envoyez un courriel à cps-spc@hc-sc.gc.ca. Consultez la *Loi sur les produits dangereux* sur le site Web du ministère de la Justice du Canada (laws.justice.gc.ca/PDF/statute/H/H-3.pdf).

3.1.2 Coût des matériaux

Le coût par valeur RSI est habituellement moins élevé pour l'isolant en vrac ou en matelas que pour l'isolant en panneau rigide ou en mousse. Toutefois, le prix du matériau de base ne représente qu'un aspect. Des frais d'installation peu élevés ou la préférence pour une méthode d'isolation particulière de la part de l'installateur peuvent compenser le prix plus élevé des matériaux.

3.1.3 Rendement thermique : Quel est le degré d'efficacité de ce matériau?

Les valeurs de résistance thermique (RSI et R) sont indiquées dans le Tableau 3-1. Le tableau fournit également les normes moyennes de conception puisque les valeurs pour différents produits d'un fabricant de la même catégorie peuvent varier.

3.1.4 Si ça semble trop beau pour être vrai ...

Certains fabricants pourraient faire valoir qu'un produit offre une valeur d'isolation remarquable. Tout produit vendu comme affichant une résistance thermique à long terme supérieure à une valeur RSI 1,14/25 mm (R-6,5/po.) pourrait ne pas être confirmé par les tests reconnus par l'industrie relativement à des normes précises acceptées. Soyez aussi prudent face aux affirmations sur le rendement thermique de tout fabricant fondées sur les systèmes composant l'enveloppe du bâtiment (p. ex., configurations de l'ensemble du mur ou du plafond) qui ne sont pas identiques aux configurations ou

conditions auxquelles le produit est destiné.

3.1.5 Les isolants en bref

Cette section traite des types suivants d'isolants :

- en rouleau ou en matelas
- en vrac
 - fibre cellulosique
 - fibre de verre
 - fibre minérale (laine minérale ou laine de roche)
- en panneaux rigides
 - polystyrène expansé
 - polystyrène extrudé
 - panneaux en fibre minérale
 - panneaux en polyuréthane et en polyisocyanurate
- isolant en mousse à vaporiser
 - mousse de polyuréthane à alvéoles fermées
 - mousse de polyuréthane à alvéoles ouvertes
- mousse à base de ciment
- isolant réfléchissant à bulles en feuilles et isolant radiant

Isolant en rouleau ou en matelas

Il est assez facile de poser l'isolant en fibre de verre et en fibre minérale (laine de laitier et laine de roche) en rouleau ou en matelas dans les espaces accessibles comme les cavités murales et certains entretoits. Ce type d'isolant ne s'affaisse pas, il est assez souple pour remplir les vides de formes irrégulières et peut être coupé pour un bon ajustement. Pour tirer le meilleur parti de l'isolant, les rouleaux et les matelas doivent entièrement remplir l'espace auquel ils sont destinés, sans écarts, et ne pas être compressés (surtout sur les pourtours).

NOTE TECHNIQUE : En règle générale, les isolants en fibre de verre et en fibre minérale sont de piètres produits d'étanchéité. Parfois, ces produits sont bourrés dans les fissures et les vides (autour des solives dans le sous-sol ou autour d'une fenêtre) dans une tentative de bloquer les fuites d'air. Cette méthode n'est pas très efficace. Calfeutrez toujours les vides au moyen des produits et méthodes appropriés.

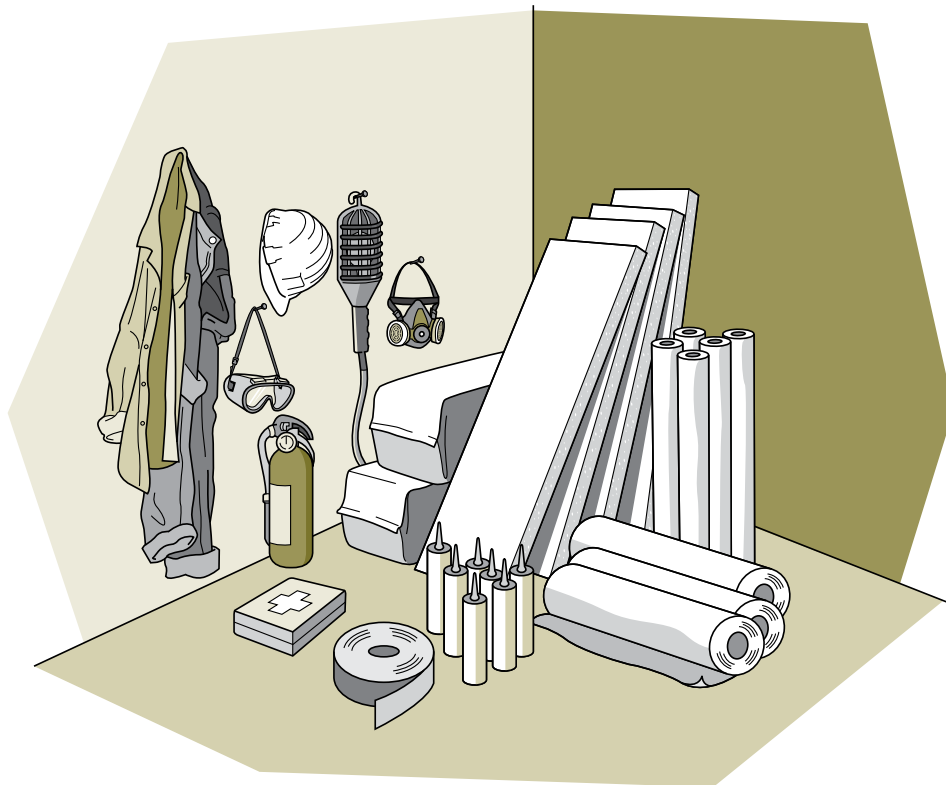
Certains produits sont ignifuges, mais il est recommandé de vérifier auprès du fabricant pour vous en assurer. Il faut se munir de vêtements protecteurs et d'équipement de sécurité pour la pose.

Isolant en vrac

L'isolant en vrac convient aux murs et aux planchers, ainsi qu'aux entretoits et aires fermées, comme les toits, où l'espace entre les solives est souvent de forme irrégulière ou plein d'obstacles. Il est utile pour compléter l'isolant existant dans les entretoits et aires fermées des cavités murales accessibles et pour remplir les fissures et les espaces irréguliers. Il ne doit pas être appliqué au-dessous du niveau du sol. Il faut se munir de vêtements protecteurs et d'équipement de sécurité pour la pose.

L'isolant en vrac peut être versé ou soufflé dans les cavités. S'il est versé, il en faut généralement plus que s'il est soufflé pour atteindre la valeur RSI visée. Vérifiez les renseignements fournis par le fabricant concernant la quantité de matériau requis pour atteindre une valeur RSI spécifique.

Figure 3-1 Matériaux d'isolation et équipement de sécurité



AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ : Ne jamais poser l'isolant en contact avec une cheminée ou un évier de combustion, un luminaire encastré exposé ou une filerie bouton et tube, ce qui poserait un risque d'incendie. Voir la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité.

La plupart des isolants en vrac installés dans les murs s'affaissent après l'application, ce qui forme des vides dans la partie supérieure des cavités. Il existe différentes approches pour l'installation appropriée à chaque type d'isolant afin d'atténuer cet effet de tassement.

Les divers types d'isolant en vrac comprennent la fibre cellulosique, la fibre de verre et la fibre minérale.

i) Fibre cellulosique

La fibre cellulosique se compose de papier journal déchiqueté et traité pour résister au feu, à la moisissure et à la corrosion. Parce qu'elle est faite de petites particules, elle peut remplir les cavités obstruées par des clous ou des fils électriques. Cependant, l'injection de la fibre cellulosique produit beaucoup de poussière. N'oubliez pas de tenir compte de l'effet de tassement.

La fibre cellulosique offre une étanchéité limitée lorsqu'elle est soufflée en supplément dans les cavités déjà isolées. À l'opposé, elle assure une plus grande étanchéité lorsqu'elle est soufflée dans des cavités vides et restreintes selon une densité d'environ 56 kilogrammes par mètre cube (kg/m^3) (3,5 livres par pied cube [lb/pi^3]).

Afin d'atténuer l'affaissement, certaines entreprises préconisent une technique de pulvérisation humide de leurs produits dans les cavités murales ouvertes qui pourrait nécessiter un filet en tissu. La durée du séchage varie selon le type et la marque des produits.

En règle générale, un technicien formé et accrédité par le fabricant procède à l'application.

ii) Fibre de verre

La fibre de verre en vrac est le même matériau que la fibre de verre en matelas, mais elle est hachée pour être soufflée ou versée. La fibre de verre versée à la main offre une bonne performance dans les vides horizontaux comme des entretoits. La fibre de verre soufflée peut être utilisée pour les vides horizontaux ou verticaux.

Appliquée à une pression classique d'injection, il peut être difficile de l'installer dans les cavités partiellement bloquées par des clous, la charpente, des fils électriques, etc. Cependant, à une densité plus serrée (autour de 40 kg/m^3 [$2,5 \text{ lb/pi}^3$]), on obtient des valeurs RSI (R) plus élevées et on arrive à mieux combler les vides qui sont limités. La densité recommandée pour les murs est habituellement de deux à deux fois et demie la densité suggérée par le fabricant pour les surfaces horizontales. Cette densité plus élevée assure une meilleure application et un meilleur rendement.

Certains isolants en fibre de verre sont classifiés ignifuges. Vérifiez les directives du fabricant.

iii) Laine minérale (laine minérale ou laine de roche)

La fibre minérale est traitée avec de l'huile et des agents liants pour supprimer la poussière, conserver sa forme et faciliter le processus d'injection. La texture et l'apparence sont semblables à celles de la fibre de verre. Elle s'installe dans les entretoits accessibles et les aires inaccessibles comme les toits, les murs et les planchers dans les constructions à ossature de bois. La densité recommandée pour les murs est habituellement de deux à deux fois et demie la densité suggérée par le fabricant pour les surfaces horizontales.

La fibre minérale peut convenir pour isoler autour des cheminées en maçonnerie puisqu'elle est ignifuge. Cependant, il vaut mieux vérifier auprès

de l'inspecteur en bâtiment de votre localité pour connaître les produits qui sont autorisés.

Isolant en panneaux rigides

L'isolant en panneaux rigides est fabriqué à partir de fibre minérale ou de mousse plastique. Bien qu'il ait une valeur isolante élevée par unité d'épaisseur, son coût par valeur RSI est plus élevé que celui des isolants en vrac ou en matelas/rouleau.

Les panneaux sont légers et faciles à couper et à manipuler. Il est toutefois pénible de les ajuster dans des espaces de formes irrégulières. Certains sont maintenant pourvus d'un revêtement spécial (p. ex., à l'épreuve du feu) et comportent leurs propres attaches. On peut commander des panneaux rigides coupés sur mesure à un coût additionnel.

Lorsqu'ils sont posés sur des surfaces intérieures, tous les isolants en panneaux rigides en plastique doivent être recouverts de matériaux ignifuges – généralement un placoplâtre de 13 mm (½ po) – fixés mécaniquement à l'ossature du bâtiment. Ils doivent être protégés des solvants et de certains produits de calfuetage, et ne doivent pas être exposés au soleil pendant des périodes prolongées. Demandez à votre fournisseur quels sont les matériaux d'étanchéité compatibles.

Les panneaux rigides peuvent être formés de polystyrène expansé, de polystyrène extrudé, de fibre minérale ou de polyuréthane et de polyisocyanurate.

i) Polystyrène expansé

Les panneaux de polystyrène expansé (PSE) sont souvent appelés « panneaux à granules »; la vapeur sous pression est utilisée pour l'expansion des granules de polystyrène et leur formation en panneaux de styromousse. La vapeur est l'agent d'expansion qui sert à fabriquer les produits de haute et de faible densité. Les panneaux de polystyrène expansé à haute densité sont plus résistants à l'humidité et peuvent être utilisés à

l'extérieur des murs de fondation dans les sols secs et sablonneux.

ii) Polystyrène extrudé

Le polystyrène extrudé (PSX) est un panneau de mousse plastique constitué de fines alvéoles fermées contenant un mélange d'air et de gaz réfrigérants qui n'appauvrissent pas la couche d'ozone (fluorocarbones). Si les joints sont bien étanches, il peut servir de pare-air et, à une épaisseur donnée, il peut même servir de pare-vapeur. Sa faible perméabilité signifie qu'il n'absorbe ni ne laisse pénétrer l'humidité, et c'est pourquoi il convient bien aux applications au-dessous du niveau du sol.

iii) Panneaux en fibre minérale

Lorsqu'il est comprimé et joint par un liant combustible, l'isolant en fibre minérale forme un ensemble de panneaux semi-rigides. Les fibres sont alignées verticalement de sorte que toute eau qui pénètre la surface pourra s'écouler; c'est pourquoi le matériau convient bien à une couche de drainage. Les panneaux en fibre minérale semi-rigides à haute densité destinés à l'usage résidentiel sont appliqués surtout sur les murs extérieurs sous le niveau du sol.

iv) Panneaux en polyuréthane et en polyisocyanurate

Les panneaux en plastique de polyuréthane et de polyisocyanurate sont faits d'alvéoles fermées contenant, au lieu de l'air, des gaz réfrigérants qui n'appauvrissent pas la couche d'ozone (fluorocarbones). Ils sont habituellement recouverts des deux côtés d'aluminium ou sont parfois liés à un matériau de finition pour l'intérieur ou l'extérieur. Ces produits ne doivent pas être exposés au soleil ni à l'eau pendant des périodes prolongées. Si les joints sont bien scellés, ils peuvent servir de pare-air ainsi que de pare-vapeur. Ils sont habituellement utilisés dans les endroits où l'on désire une valeur RSI élevée et où l'espace est restreint.

Isolant en mousse à vaporiser

L'isolant en mousse à vaporiser est fait de résine plastique (p. ex., des résines à base de soja ou des résines faites de plastique recyclé) et d'un agent catalytique; la préparation est mélangée et appliquée sur place. Des trousse d'isolant de ce type à vaporiser sont à la disposition des consommateurs mais, pour obtenir de meilleurs résultats, il est recommandé d'embaucher un installateur accrédité formé dans l'application du produit voulu. La mousse liquide est vaporisée directement sur la surface du bâtiment ou versée dans les cavités fermées à l'aide d'un pistolet alimenté par une pompe. La mousse prend de l'expansion et durcit en quelques secondes.

Il existe deux types de mousse : à faible et à haute densité. Lorsqu'ils sont posés sur des surfaces intérieures, tous les isolants en mousse à base de plastique doivent être recouverts de matériaux ignifuges – généralement un placoplâtre de 13 mm (½ po) – fixés mécaniquement à l'ossature du bâtiment. Toutes les mousses à base de plastique ne doivent pas être exposées au soleil pendant des périodes prolongées.

Les isolants en mousse à vaporiser comprennent notamment la mousse de polyuréthane aux alvéoles fermées et celle aux alvéoles ouvertes décrites ci-après.

i) Mousse de polyuréthane à alvéoles fermées

La mousse de polyuréthane à alvéoles fermées (aussi appelée « mousse à haute densité » ou « mousse isolante 2 livres ») est vaporisée sur les surfaces en couches n'excédant pas 50 mm (2 po) d'épaisseur à chaque passage (dans le cas où l'on souhaiterait une plus grande épaisseur), et elle durcit en quelques secondes. Il faut prévoir une période de 24 heures pour le séchage et le dégazement avant de réintégrer la maison. La mousse peut augmenter de 28 à 35 fois en volume; il n'est donc pas recommandé de l'utiliser dans des cavités fermées.

Le produit peut servir de pare-air. Lorsqu'il est appliqué avec une épaisseur de 50 mm (2 po), il peut parfois servir de pare-vapeur. Il peut être appliqué sous le niveau du sol et il se lie solidement au ciment et à la maçonnerie propres pour former un écran résistant à l'humidité. En raison de son coût plus élevé, malgré que ce soit un produit solide et multifonctions, la mousse à haute densité n'est pas souvent utilisée pour remplir complètement les cavités.

NOTE TECHNIQUE : La valeur RSI (R) figurant dans la liste du tableau 3-1 pourrait être plus basse que celle indiquée par le fournisseur parce qu'elle tient compte de la diminution des gaz de soufflage au fil du temps et des changements récents qui ont interdit l'utilisation d'agents d'expansion appauvrissant la couche d'ozone.

ii) Mousse de polyuréthane à alvéoles ouvertes

La mousse de polyuréthane à alvéoles ouvertes (aussi appelée « mousse à faible densité » ou « mousse isolante ½ livre ») est une combinaison de résines d'isocyanurate et de catalyseurs qui forment cet isolant spongieux en mousse plastique semi-souple. Affichant un taux d'expansion très élevé – jusqu'à 100 fois son volume initial – et avec son coût comparé plus bas, ce produit est plus efficace que la mousse à alvéoles fermées pour remplir de plus grandes cavités. La mousse peut servir de pare-air mais non de pare-vapeur.

Isolant en mousse à base de ciment

Introduite récemment au Canada, la mousse isolante à base de ciment est un matériau ignifuge sans plastique présentant une texture soyeuse et crayeuse. Lorsqu'elle est versée ou pulvérisée dans les cavités

par un installateur formé, la mousse a la consistance d'une crème à raser et requiert une certaine période pour le séchage. La mousse isolante peut servir de pare-air mais non de pare-vapeur.

Isolant réfléchissant à bulles en feuilles et isolant radiant

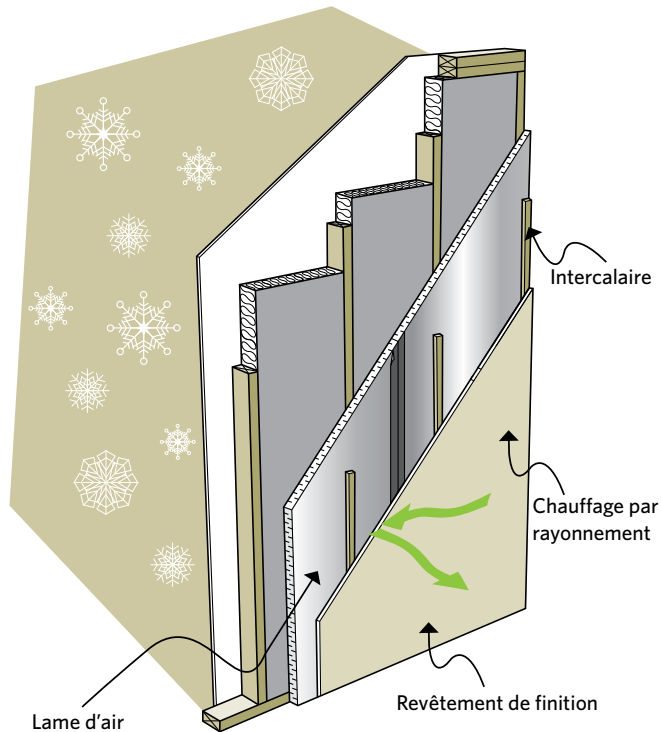
L'isolant réfléchissant à bulles est essentiellement une feuille enveloppante en plastique alvéolé munie d'une couche réfléchissante; il fait partie de la catégorie de produits isolants radiants. L'isolant réfléchissant à bulles – ainsi que d'autres produits radiants comme les peintures et les revêtements – est remarquable pour sa capacité à réfléchir le rayonnement solaire non voulu dans les climats chauds, lorsqu'il est appliqué adéquatement.

Cependant, le Canada tout entier étant considéré comme un pays froid, alors ces produits ne conviennent pas à notre climat. Bien qu'ils soient souvent vendus comme offrant une valeur d'isolation très élevée, ces produits radiants ne sont régis par aucune norme; il faut donc se méfier des témoignages et des déclarations des fabricants relativement au rendement thermique.

La recherche a démontré que la valeur d'isolation de l'isolant réfléchissant à bulles en feuilles et de l'isolant radiant peut varier de RSI 0 (R-0) à RSI 0,62 (R-3,5) par épaisseur de matériau. La valeur d'isolation réelle dépend du nombre de vides d'air adjacents non ventilés, des couches de feuilles et de l'endroit où elles sont posées.

Si la feuille d'aluminium est fixée sur un panneau isolant rigide, on obtient la valeur d'isolation totale en ajoutant la valeur RSI du panneau à celle du vide d'air non ventilé et de la feuille. S'il n'y a aucun vide d'air ni de couche de bulles claires, la valeur RSI de la pellicule est de zéro.

Figure 3-2 Panneau isolant recouvert d'aluminium qui sert de pare-air-vapeur



3.2 TABLEAU DES VALEURS D'ISOLATION

Ce tableau dresse la liste des plages de résistance thermique et des normes de conception acceptées ou moyennes des matériaux d'isolation, y compris des matériaux isolants plus anciens et moins communs que l'on retrouve parfois dans la maison.

Tableau 3-1 Valeurs d'isolation

Matériau	RSI/25,4 mm (R/po)	Norme de conception ou moyenne RSI/25,4 mm (R/po)
Mousse de polyuréthane à alvéoles fermées	0,97 à 1,14 (R-5,5 à 6,5)	1,06 (R-6)
Panneau en polyuréthane	0,97 à 1,2 (R-5,5 à 6,8)	1,06 (R-6)
Panneau en polystyrène extrudé (PSX)	0,88 (R-5)	0,88 (R-5)
Mousse de polyisocyanurate	0,85 à 1,46 (R-4,8 à 8,3)	0,88 (R-5)
Panneau de fibre de verre à haute densité	0,63 à 0,88 (R-3,6 à 5)	0,7 (R-4)
Panneau en polystyrène expansé – Type I (PSE)	0,67 (R-3,8)	0,67 (R-3,8)
Panneau en polystyrène expansé – Type II (PSE)	0,7 à 0,77 (R-4 à 4,4)	0,7 (R-4)
Panneau-toiture en fibre de verre	0,67 (R-3,8)	0,67 (R-3,8)
Mousse à base de ciment	0,69 (R-3,9)	0,69 (R-3,9)
Matelas en fibre de coton	0,67 (R-3,8)	0,67 (R-3,8)
Liège	0,65 à 0,67 (R-3,7 à 3,8)	0,65 (R-3,7)
Mousse de polyuréthane à alvéoles ouvertes	0,63 à 0,67 (R-3,6 à 3,8)	0,63 (R-3,6)
Mousse de polyuréthane à alvéoles ouvertes, versée	0,7 (R-4)	0,7 (R-4)
Fibre cellulosique, pulvérisée humide	0,53 à 0,67 (R-3 à 3,8)	0,63 (R-3,6)
Fibre cellulosique, soufflée, épaisseur affaissée	0,53 à 0,67 (R-3 à 3,8)	0,63 (R-3,6)
Matelas en fibre minérale	0,53 à 0,7 (R-3 à 4)	0,6 (R-3,4)
Fibre de bois	0,58 (R-3,3)	0,58 (R-3,3)
Fibre minérale, en vrac, versée	0,44 à 0,65 (R-2,5 à 3,7)	0,58 (R-3,3)
Matelas en fibre de verre	0,55 à 0,76 (R-3,1 à 4,3)	0,56 (R-3,2)
Fibre de verre, en vrac, versée	0,39 à 0,65 (R-2,2 à 3,7)	0,53 (R-3)
Fibre minérale, en vrac, soufflée	0,51 à 0,56 (R-3 à 3,8)	0,53 (R-3)
Fibre de verre, en vrac, soufflée	0,48 à 0,63 (R-2,7 à 3,6)	0,51 (R-2,9)
Panneau de fibres	0,41 (R-2,3)	0,41 (R-2,3)
Panneau en granulé d'origine minérale (Insulbrick)	0,41 à 0,7 (R-2,3 à 4)	0,46 (R-2,6)
Rabotures (copeaux de bois)	0,18 à 0,53 (R-1 à 3)	0,42 (R-2,4)
Vermiculite*	0,37 à 0,41 (R-2,1 à 2,3)	0,38 (R-2,2)

Matériau	RSI/25,4 mm (R/po)	Norme de conception ou moyenne RSI/25,4 mm (R/po)
Panneau en paille comprimée	0,35 (R-2,0)	0,35 (R-2,0)
Matelas en zostère marine (mousse de mer)	0,53 (R-3)	0,53 (R-3)
Billes de cèdre	0,18 (R-1)	0,18 (R-1)
Billes de résineux (autres que le cèdre)	0,18 à 0,25 (R-1 à 1,4)	0,22 (R-1,25)
Billes de feuillus	0,12 (R-0,7)	0,22 (R-1,25)
Bottes de paille	0,23 à 0,28 (R-1,3 à 1,6)	0,26 (R-1,45)
Isolant radiant en feuilles	Voir Feuilles d'aluminium	

*Voir l'avertissement de sécurité sur la vermiculite dans la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité.

3.3 PARE-AIR

Le système de pare-air a pour but de protéger la structure du bâtiment et l'isolant des dommages causés par l'humidité. Il doit être résistant au mouvement d'air, continu, fort, durable; il doit envelopper complètement la maison et être convenablement supporté par des surfaces rigides à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur (pour qu'il ne se déplace pas même quand il vente fort). Pour assurer le rendement du pare-air, il est essentiel de prêter attention au détail lors de la pose.

Une variété de matériaux servent de pare-air dans l'enveloppe de la maison. On incorpore les matériaux de construction pour les grandes surfaces, comme le placoplâtre, les plinthes ou les membres de charpente, ainsi que les cadres de fenêtres et de portes à même le pare-air en les scellant aux matériaux adjacents. On utilise les produits de calfeutrage, les rubans et les joints d'étanchéité entre les matériaux immobiles, et les coupe-bise pour les joints mobiles.

3.3.1 Comment choisir les matériaux pour la confection de pare-air?

Si le matériau que vous envisagez d'utiliser résiste à l'air et est solide et durable, tenez compte des facteurs d'installation suivants :

- Est-il facile à installer sans aide?
- S'il est installé dans un endroit fermé, durera-t-il pour la vie du bâtiment ou sera-t-il accessible et facilement réparable?
- Est-il compatible avec les autres matériaux du système? Peut-il être scellé aux matériaux adjacents?
- Le choix du matériau convient-il aux autres travaux effectués dans la maison?
- Sert-il aussi d'isolant, de pare-vapeur ou fait-il partie du plan de drainage?

Matériaux en feuilles

i) *Membrane pare-air (généralement faite de plastique polyoléfinique)*

- Habituellement utilisée pour envelopper l'extérieur d'une maison.

- Lorsqu'installée à l'extérieur, agit comme pare-vent, empêchant ainsi le vent de réduire la valeur RSI nominale de l'isolant.
- Sert uniquement de pare-air. Ne peut pas servir de pare-vapeur.
- La membrane peut faire partie du plan de drainage lorsque la feuille supérieure chevauche la feuille plus basse et que les solins et tous les rebords et toutes les pénétrations sont scellés à l'aide d'un mastic d'isolation acoustique ou d'un ruban de revêtement.
- L'application en grandes feuilles permet de réduire au minimum le nombre de joints.
- Ne doit pas être exposée au soleil pendant des périodes prolongées.
- Lorsque la membrane est installée avec du stucco ou intégrée à un placage de pierre, il faut laisser un écart supplémentaire de 5 mm ($\frac{3}{8}$ po) pour le plan de drainage (utilisez un matelas de drainage) pour empêcher le stucco de coller à la membrane pare-air.
- La membrane ne doit pas être en contact direct avec le cèdre parce que l'huile du bois risque de provoquer la détérioration du produit.

ii) Polyéthylène en feuilles

- Souvent posé en guise de pare-vapeur à une épaisseur de 0,15 mm (6 millièmes de po) parce que ce matériau est plus durable sur le site de construction.
- Devrait porter une marque indiquant que le produit est conforme à la norme de l'Office des normes générales du Canada (ONGC) visant le polyéthylène.
- L'application en grandes feuilles permet de réduire au minimum le nombre de joints.
- Les joints et les bords devraient être renforcés de chaque côté pour que le produit d'étanchéité adhère bien.

- Requier un produit d'étanchéité approprié et des joints de recouvrement.
- Le polyéthylène peut servir de pare-vapeur. Devrait toujours être posé à l'intérieur ou respecter la règle d'installation $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ (voir la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité). Respectez les indications du code du bâtiment de votre localité pour la pose d'un pare-vapeur en polyéthylène.

NOTE TECHNIQUE : S'il est prévu qu'il sera exposé au soleil pour une période prolongée durant les rénovations, il est recommandé d'utiliser un polyéthylène stabilisé à l'épreuve des rayons ultra-violets.

iii) Polyamide en feuilles

- Aussi appelé « pare-vapeur Nylon-6 » ou « pare-vapeur intelligent ».
- Sa perméabilité s'adapte aux conditions. Lors des temps froids, il offre un fort degré de résistance à la pression de vapeur; lorsqu'il fait plus chaud, il devient davantage perméable, permettant à la structure de sécher.
- Il peut servir de pare-vapeur ou de pare-air.
- Il ne doit pas être utilisé dans les sections intérieures qui présentent un degré élevé d'humidité, comme un spa, une piscine intérieure, ou une salle de bain.

iv) Matériaux rigides

La plupart des matériaux de construction solides agissent comme pare-air, notamment le placoplâtre, le plâtre, le contre-plaqué, le verre, le bois, les panneaux d'isolant en mousse rigides et le béton coulé (mais pas les blocs de béton). Scellez bien les joints entre ces différents matériaux à l'aide de produits de calfeutrage, de coupe-bise, de rubans ou

de joints d'étanchéité appropriés. Par exemple, des produits de calfeutrage peuvent être utilisés entre une plinthe et un mur, et entre une plinthe et le plancher, combinant ainsi les qualités d'étanchéité à l'air de trois différents matériaux de construction.

3.3.2 Produits d'étanchéité

Le calfeutrage est utilisé pour sceller les joints entre les composants du bâtiment. La plupart des joints bougent en raison des changements d'humidité et de température du bâtiment. Certains matériaux de calfeutrage peuvent sceller des joints plus grands et permettre plus de mouvement du joint que d'autres. Assurez-vous de faire le bon choix puisqu'il y a de grandes différences entre les mêmes types de produits fabriqués sous différentes marques. Dans la mesure du possible, choisissez toujours le produit affichant la meilleure qualité en matière de durabilité. Il est essentiel de choisir le produit adéquat et de prêter attention à la qualité d'application.

Il faut une ventilation supplémentaire après la pose des produits d'étanchéité pour leur permettre de sécher, ce qui demande habituellement deux ou trois jours pour les applications à l'intérieur. Pour les directives sur l'application, voir la section 4.2 Produits de calfeutrage et autres matériaux d'étanchéité.

Les produits vendus pour usage extérieur seulement ne conviennent pas aux applications intérieures puisqu'ils peuvent contenir des composés volatils qu'il pourrait être dangereux d'inhaler dans un endroit clos sur une période prolongée. Lisez attentivement les directives du fabricant.

Les facteurs suivants réduisent l'efficacité du produit de calfeutrage :

- La souplesse et l'élasticité du produit. Certains produits peuvent combler des fissures plus larges que d'autres. Pour sceller efficacement des fissures d'un diamètre de 6 mm ($\frac{1}{4}$ po) ou plus, utilisez un cordon en mousse compressible avant d'appliquer le produit de calfeutrage.

- Sa compatibilité avec les autres matériaux auxquels il est joint. Lisez attentivement les directives du fabricant.
- Sa durabilité, s'il est possible de le peindre et le temps de séchage. Si le produit est destiné à une exposition au soleil, assurez-vous qu'il convient à cette condition.
- Sa facilité d'enlèvement et d'application en plusieurs couches. Certains produits peuvent être appliqués sur une couche ancienne. Certains se nettoient facilement avec de l'eau, d'autres requièrent des solvants, et certains sont très difficiles à enlever une fois séchés.

Le tableau 3-2 dresse la liste des produits de calfeutrage et d'étanchéité vendus dans la plupart des magasins. Il vise à vous aider à choisir le meilleur produit pour chaque application. Dans la mesure du possible, choisissez toujours le produit affichant la meilleure qualité en matière de durabilité.

NOTE TECHNIQUE : Soyez attentif lorsque vous utilisez des produits de calfeutrage et d'étanchéité. Les mousses d'uréthane sont impossibles à enlever une fois séchées, et d'autres produits sont inflammables. Lisez la documentation fournie par le fabricant et prenez les précautions adéquates lors de l'application (porter des gants, etc.).

Tableau 3-2 Produits de calfeutrage et d'étanchéité du pare-air

Type	Surface à laquelle il peut adhérer	Application	Largeur maximale de joint	Commentaires
Mastic d'isolation acoustique	Métal, béton, placoplâtre et polyéthylène	- Utiliser uniquement lorsque placé entre deux matériaux (non exposés à l'extérieur) - Agrafes requises pour sceller les joints dans le polyéthylène - Peut être appliqué sur une ancienne couche	16 mm (5/8 po) - Mouvement du joint de 10 p. 100	- Bonne durabilité : 20 ans - Ne durcit pas - Ne peut être peint
Pâte à base de caoutchouc butyle (caoutchouc synthétique)	La plupart des surfaces; convient particulièrement aux métaux et à la maçonnerie	- Généralement utilisée à l'extérieur - Ventilation nécessaire durant l'application et le séchage (jusqu'à trois jours) - Difficile à lisser	13 mm (1/2 po) - Mouvement du joint de 5 à 10 p. 100	- Durabilité de faible à moyenne : De 5 à 10 ans - Offerte dans une variété de couleurs - Peut être peinte après avoir séché
Pâte à base de silicone	- La plupart des surfaces non poreuses - Une couche d'apprêt peut être nécessaire sur le bois, l'acier ou l'aluminium anodisé - Ne peut être appliquée sur une couche existante de silicone	- Qualités intérieures et extérieures - Ventilation nécessaire durant l'application - Facile à lisser - Malléable, étanche à l'eau après avoir séché	25 mm (1 po) avec corps de joint (cordon en mousse) - Mouvement du joint de 12 à 50 p. 100 - Excellente pour grands joints subissant beaucoup de mouvement	- Bonne durabilité : plus de 20 ans - Offerte avec fongicide pour les endroits humides; un type supporte la température élevée pour l'application autour des cheminées/événements - Offerte en différentes couleurs et transparente - La plupart des pâtes ne peuvent pas être peintes - Celles qui peuvent être peintes sont moins durables
Pâte à base de polysulfure (caoutchouc synthétique)	- Convient à la pierre, à la maçonnerie et aux surfaces en béton lorsqu'utilisée avec un apprêt spécial - Peut attaquer certains plastiques	- Généralement utilisée à l'extérieur - Peut être utilisée sous le niveau du sol - Ventilation nécessaire durant le séchage - Assez facile à lisser - Malléable avec le séchage	25 mm (1 po) avec corps de joint - Mouvement du joint de 12 à 25 p. 100	- Très bonne durabilité : Plus de 25 ans - Offerte en plusieurs couleurs - Peut être peinte

Type	Surface à laquelle il peut adhérer	Application	Largeur maximale de joint	Commentaires
Pâte de polyuréthane (uréthane)	- La plupart des surfaces - Choix préféré des installateurs de portes et de fenêtres	- Usage extérieur seulement - Ventilation nécessaire durant le séchage - Temps de séchage long - Peut être difficile à lisser - Malléable avec le séchage - Peut être appliquée sur une ancienne couche	25 mm (1 po) avec corps de joint - Très extensible : mouvement du joint jusqu'à 50 p. 100	- Très bonne durabilité : Plus de 25 ans - Choix de couleurs limité - Peut être peinte
Pâte à base de latex acrylique	La plupart des surfaces	- Usage intérieur et extérieur - Ventilation nécessaire durant le séchage - Facile à lisser	10 mm ($\frac{3}{8}$ po) - Mouvement du joint de 7 à 10 p. 100	- Durabilité de faible à moyenne (selon les marques) : De 5 à 25 ans - Se nettoie à l'eau - Choix de couleurs - Peut être peinte
Pâte à base de latex acrylique avec silicone	La plupart des surfaces	- Usage intérieur et extérieur - Ventilation nécessaire durant le séchage - Facile à lisser - Peut être appliquée sur une ancienne couche	13 mm ($\frac{1}{2}$ po) - Mouvement du joint de 10 à 15 p. 100	- Très bonne durabilité : Plus de 30 ans - Se nettoie à l'eau - Peut être peinte
Pâte à base d'élastomère	La plupart des surfaces	- Usage intérieur (certaines marques) et extérieur - Ventilation nécessaire durant le séchage - Malléable avec le séchage - Assez facile à lisser - Peut être appliquée sur une ancienne couche	25 mm (1 po) avec corps de joint - Mouvement du joint de 50 p. 100	- Très bonne durabilité : Plus de 30 ans - Se nettoie à l'eau - Choix de couleurs limité - Peut être peinte

Type	Surface à laquelle il peut adhérer	Application	Largeur maximale de joint	Commentaires
Produit d'étanchéité à base de mousse d'uréthane (degrés d'expansion faible, moyenne et forte)	La plupart des surface, sauf le Téflon, le polyéthylène ou le plastique silicone	- Usage intérieur et extérieur - Utilisez un produit d'étanchéité à faible expansion autour des cadres de fenêtres et de portes pour éviter le risque de cambrure - Peut être utilisé sous le niveau du sol - Ventilation nécessaire lors de la pose - Peut être appliqué sur une ancienne couche de mousse - Protégez du soleil	- Lire attentivement les instructions sur la bonbonne pour connaître la dimension des fissures qui peuvent être remplies - Remplit bien les joints et cavités larges, comme l'intersection des solives et de la solive de bordure, autour de la tuyauterie, des événements et des trous de câblage à l'intérieur comme à l'extérieur	- Bonne durabilité : De 10 à 20 ans - Vendu en bombe aérosol individuelle et en contenant muni d'un gicleur - Consistance dure après séchage - Utilisez des gants et une toile de peintre : il est impossible d'enlever les résidus du produit d'étanchéité une fois séchés - Utilisez de l'acétone pour nettoyer la mousse non séchée - Peut être peint
Produit d'étanchéité à base de caoutchouc mousse	La plupart des surfaces	- Usage intérieur et extérieur - Doit être recouvert lors de l'usage extérieur en raison de la structure des alvéoles ouvertes - Ne peut être utilisé sous le niveau du sol - Ventilation nécessaire lors de la pose - Extrêmement inflammable lors de l'application : lisez les mises en garde sur l'étiquette - Peut être appliqué en couches successives - Difficile à lisser	- Ne prendra pas trop d'expansion – atteint 75 p. 100 de son volume dès l'application - Recommandé autour des cadres de fenêtres et de portes, mais nécessite un pare-vapeur	- Bonne durabilité : De 10 à 20 ans - Se nettoie avec de l'eau - Consistance douce et spongieuse lorsque sec - Peut être peint

Type	Surface à laquelle il peut adhérer	Application	Largeur maximale de joint	Commentaires
Ciments haute température pour silencieux et poêles et produits d'étanchéité ignifuges	- La plupart des matériaux - Utilisés habituellement avec d'autres matériaux pour sceller les espaces autour des cheminées en maçonnerie ou en métal	- Usage intérieur et extérieur - Applications où il y a des températures élevées - Facile à lisser	Aucun mouvement du joint	- Très bonne durabilité - Compatible avec un produit d'étanchéité à base de silicone résistant à haute température (pâte de silicone) - Vérifiez la cote de l'Association canadienne de normalisation (CSA) ou de Underwriter's Laboratory (UL) pour la résistance à haute température - En vente dans les magasins d'équipement de chauffage

Figure 3-3 Joint d'étanchéité pour prise de courant

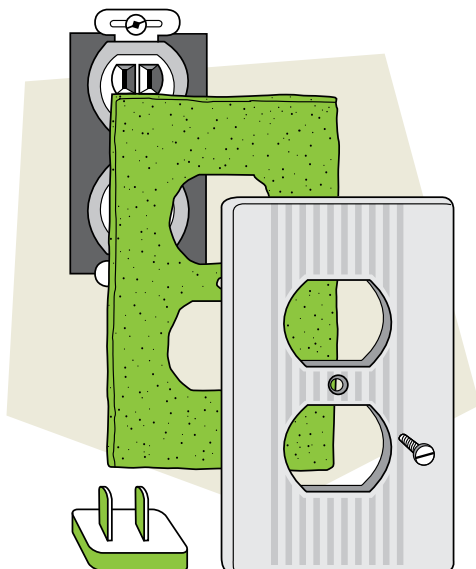
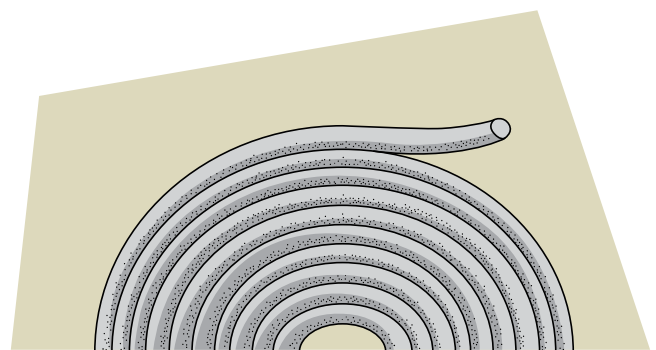


Figure 3-4 Corps de joint en mousse



3.3.3 Joints d'étanchéité

Les joints d'étanchéité sont conçus pour les endroits qui ne se prêtent pas au calfeutrage. Le Tableau 3-3 décrit les matériaux les plus courants utilisés pour former les joints d'étanchéité et leur fonction.

3.3.4 Coupe-bise

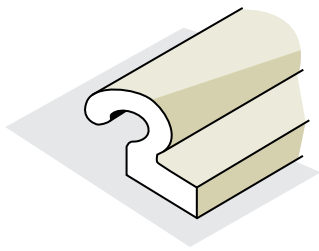
Le coupe-bise est utilisé pour bloquer les fuites d'air autour des portes et des parties ouvrantes des fenêtres. Il se présente sous différentes formes (en bande, en tube ou en « V ») et peut être conçu pour résister à la compression ou pour glisser le long du joint. Pour être efficace, le produit doit combler le vide et empêcher l'air de passer. Certains produits

durcissent et deviennent moins efficaces au froid contre lequel ils devraient être conçus pour lutter.

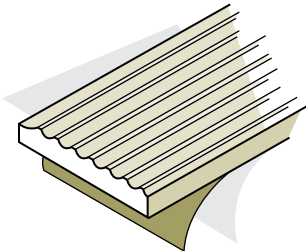
Lorsque vous choisissez le coupe-bise, considérez les dimensions du trou à remplir, la durabilité, ainsi que l'apparence au fini et la facilité d'installation du produit. Recherchez des produits qui sont malléables et reprennent leur forme originale rapidement et facilement. Évitez les produits qui rendent difficile l'ouverture des fenêtres ou des portes. Lorsque vous remplacez un coupe-bise, apportez un échantillon de l'ancien produit au magasin pour vous assurer d'acheter le produit approprié.

Tableau 3-3 Joints d'étanchéité

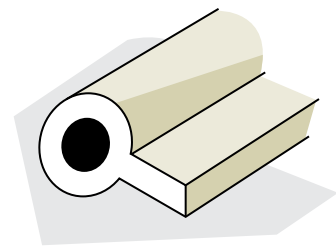
Type	Application	Pose	Commentaires
Joint d'étanchéité de lisse basse (bandes en mousse de polyéthylène)	Posé entre la fondation et la lisse basse durant la construction ou entre les murs existants d'une maison et ceux d'un ajout	- Agrafes pour le maintenir temporairement en place - Facile à couper au couteau	Les bandes sont vendues en rouleaux de 24 m (79 pi) de long et de 152 ou 203 mm (6 ou 8 po) de large
Corps de joint en mousse (cordon en mousse compressible à alvéoles fermées)	Convient pour remplir les fissures profondes avant le calfeutrage	Permet de s'assurer que le produit de calfeutrage comblera la fissure (voir les spécifications du produit pour connaître la largeur maximale du joint)	Offert en diamètre de 6 à 50 mm (de 1/4 à 2 po)
Joints d'étanchéité pour prises de courant et plafonniers (prédécoupés)	Conçus pour être posés derrière la plaque des prises de courant et des interrupteurs et sous la plaque des appareils d'éclairage	Les joints d'étanchéité pour les prises de courant sont plus efficaces lorsqu'ils sont calfeutrés et devraient être utilisés avec des cache-prises pour réduire les fuites d'air par les prises de courant	Placez le centre de la pièce prédécoupée sur l'extrémité de la prise de courant ou du cache-prise pour assurer de bien sceller l'ouverture
Joints d'étanchéité à base de néoprène et d'élastomère	Convient pour sceller les joints et entrées où il y a du mouvement, comme les colonnes de plomberie	- Dans la mesure du possible, le glisser sur la tuyauterie - Très difficile à sceller s'il doit être découpé pour s'ajuster autour de la tuyauterie	Malléable et très durable

Figure 3-5 Types de coupe-bise

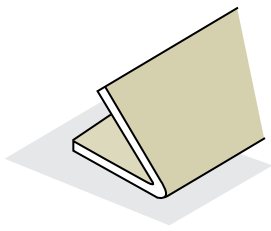
Mousse à alvéoles fermées



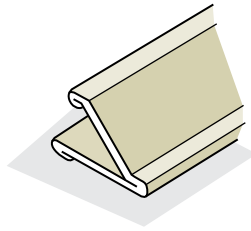
Caoutchouc strié



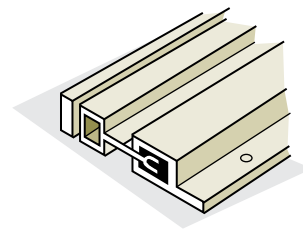
Bande tubulaire



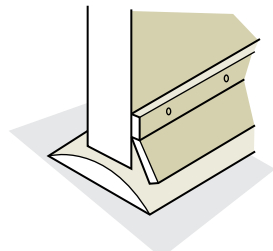
Coupe-bise de vinyle en « V »



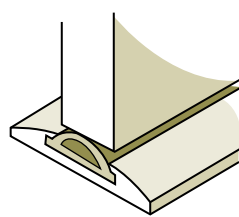
Coupe-bise métallique en « V »



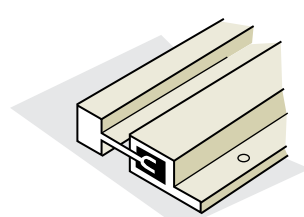
Coupe-bise aimanté



Coupe-bise à jupette



Seuil entier



Coupe-bise par effet de ressort

Une vaste gamme de produits est offerte dans la plupart des magasins de matériaux de construction, y compris des troussees complètes de calfeutrage. Pour obtenir la meilleure qualité de coupe-bise, communiquez avec un fabricant ou un installateur de portes et de fenêtres.

Le Tableau 3-4 dresse la liste des principaux types de coupe-bise.

Tableau 3-4 Coupe-bise*Bandes à compression*

Catégorie	Application	Pose	Commentaires
Mousse à alvéoles fermées (avec ou sans revêtement de vinyle)	À utiliser aux points de pression : au bas d'une fenêtre coulissante verticale, le long des trappes d'accès à l'entretoit ou sur les fenêtres et sur les portes à charnières	- Endos adhésif - Facile à installer - Offerte en rouleau	- Offerte en bande de polyuréthane à compression à haut rendement avec sa propre bande de fixation - Convient aux surfaces irrégulières - Le vinyle pourrait se fissurer au fil du temps
Caoutchouc strié à alvéoles fermées	Voir ci-dessus	- Endos adhésif - Offert en rouleau - Très durable - Facile à installer	- Convient aux surfaces irrégulières - S'adapte mal aux fissures de différentes largeurs et longueurs
Bande tubulaire	Voir ci-dessus	- Munie de son propre rebord de fixation ou est attachée à une bande de fixation - Installée à l'aide de clous, d'agrafes ou de vis	- Les bandes en caoutchouc sont plus durables que celles en plastique - Très visible une fois installée - Vérifiez sa résistance au froid

Bandes de tension

Catégorie	Application	Pose	Commentaires
Coupe-bise de vinyle en « V »	- À utiliser de la même façon que les bandes à compression - Ainsi que dans les joints coulissants des fenêtres à guillotine double et des portes	- Endos adhésif - Facile à installer - Utiliser le modèle de petites dimensions pour les espaces étroits, comme les fenêtres à guillotine double étanches - Utiliser le format plus grand pour les espaces plus larges	- Bonne durabilité - Privilégier le type à base de polypropylène au lieu des autres plastiques
Coupe-bise métallique en « V »	- Habituellement utilisé pour les portes - Plus efficace lorsqu'on lui applique une légère pression	On le pose avec des petits clous	- Le métal peut subir des déformations permanentes - Susceptible de se givrer

Types combinés

Catégorie	Application	Pose	Commentaires
Coupe-bise auto-réglable par effet de ressort	- Mécanisme à ressort qui lui permet de s'ajuster aux longs espaces inégaux entre le coupe-bise et la porte ou la fenêtre - Convient aux portes et fenêtres à charnières	Se pose à l'aide de vis dans la bande de fixation	- Peut être utilisé avec une bande en « V » - Ne s'ajuste pas aux petites irrégularités - Choix de couleurs limité - Très visible
Coupe-bise aimanté	- La force magnétique entre le coupe-bise aimanté sur le cadre d'une porte ou d'une fenêtre et une bande métallique montée sur la porte ou la fenêtre forme un joint étanche - Convient aux portes et fenêtres à charnières	Prévoir une surface propre et lisse avant l'installation des produits auto-adhésifs	- Bonne durabilité - Très visible une fois installé - Choix de couleurs limité - Pour les portes : convient mieux aux portes d'acier contemporains - Pourrait être moins efficace par temps froid en raison de la condensation et la formation de givre (le cadre de polychlorure de vinyle peut durcir et fendiller)

Bas de porte, coupe-bise à jupette et seuils

Catégorie	Application	Pose	Commentaires
Coupe-bise à jupette (fixé à la porte)	- Jupette en vinyle, en brosse, en silicone ou en caoutchouc - Vissé au bas de la porte au moyen d'une bande de fixation	Plus facile à installer qu'un coupe-bise sur le seuil	- Efficace avec un tapis peu épais ou sans tapis - Bande de fixation à hauteur variable - Certains modèles sont offerts avec des joints de remplacement - Plus durables que les dispositifs posés sur le seuil mais souvent moins efficaces - Certaines bandes en vinyle sont très malléables et plus durables
Bas de porte	- Combinaison de bandes à ailettes en vinyle, en brosse, ou de caoutchouc compressible - La bande de fixation s'adapte au bas de la porte	Prévoir un espace de 8 à 13 mm (1/3 à 1/2 po) sous la porte	Plus durable que les dispositifs posés sur le seuil mais souvent moins efficace

Catégorie	Application	Pose	Commentaires
Seuil (coupe-bise fixé au plancher ou au cadre de la porte)	Bande en vinyle, en caoutchouc ou combinée avec bande métallique fixée au seuil de la porte	Requiert un espace sous la porte pour être efficace, voir les directives du fabricant	- Peut être endommagé par l'usure et les conditions climatiques - Certains modèles sont offerts avec des joints de remplacement - Très efficace - Moins durable que la jupette mais plus efficace

Autres produits pare-air

Catégorie	Application	Pose	Commentaires
Ruban adhésif pour les conduits	- On peut utiliser des rubans en aluminium ou en plastique souple autorisés pour sceller les joints des conduits du système de chauffage et réduire les fuites d'air - Ne pas utiliser sur des événements ou la cheminée de l'équipement de chauffage	- Il faut parfois retirer une pellicule de papier recouvrant l'adhésif - Nettoyer les surfaces avant l'application - Ne pas utiliser de ruban commun ni recouvert de tissu puisque l'adhésif sèche à la longue	À utiliser particulièrement là où les conduits traversent des pièces non chauffées
Ruban de revêtement (ruban adhésif rouge de construction)	Pour sceller les joints des matériaux de revêtement enveloppants, des pare-vent et des matériaux de pare-air en polyéthylène	Dans la mesure du possible, situer les joints du ruban entre les matériaux de construction afin de mieux les maintenir en place	- Adhésif très collant - Ne pas appliquer temporairement sur les surfaces de finition puisque l'adhésif risque de rester apparent sur la surface après l'enlèvement du ruban
Pare-air pour boîte électrique	Boîtes placées autour des prises de courant et boîtes d'interrupteur avant leur installation	Muni d'une bride qui permet de le sceller au pare-air principal	- Sert également de pare-vapeur - Calfeutrer le trou du câblage à l'aide d'un produit approprié
Mastic	- Pour remplir les trous - Généralement appliqué autour des trous de tuyaux et de câbles des murs extérieurs	Les bâtonnets ou cordons de mastic sont assouplis puis insérés en pressant autour des tuyaux ou des câbles traversant les murs ou la chambre de distribution de l'appareil de chauffage	- Faible adhésion lorsque le produit sèche - Ne pas utiliser sous le niveau du sol ni dans les endroits humides

Catégorie	Application	Pose	Commentaires
Mastic à base de latex	Pour sceller les joints des conduits de l'équipement de CVC	Appliquer sur les joints propres à l'aide d'une brosse ou d'un gant de coton sans doublure de latex (à jeter ensuite)	- Facile à nettoyer - Se lie bien - Peu visible - Le type à base d'eau produit peu ou pas d'émanations
Couvercles pour luminaire cylindrique à encastrer (couvercles pour luminaires encastrés)	Pour sceller le luminaire cylindrique à encastrer au plafond	- Installés sur le dessus à l'aide de vis - Certains sont offerts avec un produit d'étanchéité sur les joints d'étanchéité	Conçus pour résister à la température élevée

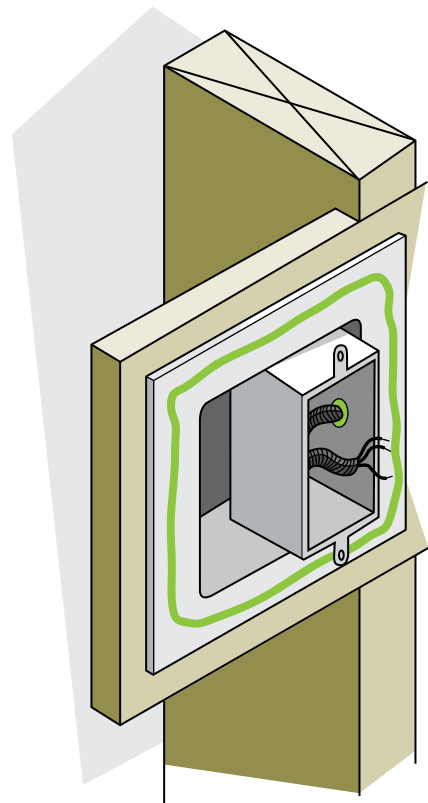
3.4 PARE-VAPEUR

Le pare-vapeur constitue une partie importante de l'enveloppe de la maison parce qu'il protège la structure et les matériaux isolants des dommages causés par l'humidité. Le pare-vapeur doit être résistant au flux de la vapeur d'eau qui vient de l'intérieur, être durable et posé sur le côté chaud de l'isolant. Parfois, il fait partie de l'isolation ou du pare-air. Il devrait être facile à poser et convenir aux autres travaux de rénovation effectués dans la maison.

Installez le pare-vapeur dans le but de protéger toute la surface des murs, des plafonds et des planchers isolés. Prêtez une attention toute particulière à toutes les ouvertures, les jonctions et à tous les joints (p. ex., luminaires, prises de courant, interrupteurs et cadres de fenêtres) et aux surfaces exposées à l'humidité, comme les salles de bain et les cuisines.

Généralement posé du côté chaud de l'isolant, le pare-vapeur peut être installé dans un mur si pas plus du tiers de la valeur isolante du mur est sur le côté chaud du pare-vapeur. (Pour de l'information au sujet de la règle $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ voir la section 2.4 Contrôle du flux d'humidité.)

Figure 3-6 Calfeutrage d'une boîte électrique



On doit réduire cette valeur isolante à un quart ou moins dans les maisons situées dans une région où le climat est très froid ou dans les bâtiments qui ont des sources d'humidité élevées (p. ex., les bâtiments qui renferment une piscine).

Tout comme le pare-air, le pare-vapeur peut être fait de différents matériaux, dont certains éléments du bâtiment, comme le contre-plaqué, le panneau OSB, la peinture ou le papier peint en vinyle. Dans la plupart des maisons anciennes, les couches d'apprêt et de peintures à l'huile peuvent agir en guise de pare-vapeur adéquat pour les murs et les plafonds.

Rendement du pare-vapeur

L'efficacité d'un matériau utilisé pour la confection d'un pare-vapeur (retardateur de diffusion de la vapeur) est mesurée en fonction de sa perméabilité. Moins la cote de perméabilité est élevée, plus le pare-vapeur est efficace. Les matériaux qui font d'excellents pare-vapeur sont les suivants : polyéthylène, feuilles d'aluminium, film de polyamide (pare-vapeur intelligent), peintures pare-vapeur à base d'huile ou de latex (selon le type et l'épaisseur, certains types d'isolants de diverses épaisseurs et parfois certains papiers peints en vinyle).

Emprisonnons la chaleur

4 Mettre fin aux fuites d'air

4.1 Détection des fuites

4.2 Produits de calfeutrage et autres matériaux d'étanchéité

Embaucher un entrepreneur

Les propriétaires peuvent habituellement effectuer eux-mêmes les travaux de colmatage des fuites d'air s'ils ont le temps et la patience et s'ils peuvent effectuer les travaux dans les coins plus difficiles d'accès (p. ex., l'entretoit) d'une façon consciencieuse. Toutefois, les spécialistes peuvent habituellement faire un meilleur travail puisqu'ils savent où trouver les fuites d'air et comment les sceller.

À cette fin, ils utilisent parfois les ventilateurs à dépressurisation (parfois appelés infiltromètres) en combinaison avec les crayons à fumée, et ils se servent de produits de calfeutrage et d'étanchéité spéciaux. Un scanner infrarouge, utilisé en parallèle avec un test d'infiltrométrie, s'avère également un outil précieux pour déceler les fuites d'air et les lacunes sur le plan de l'isolation.

METTRE FIN AUX FUITES D'AIR

Si vous cherchez à améliorer le rendement énergétique de votre maison, il faut avant tout réduire les fuites d'air. Chaque fois que vous isolez, vous devez poser un pare-air ou réparer celui qui est déjà installé pour empêcher l'humidité de s'installer dans l'isolant ou dans l'enveloppe du bâtiment.

La réduction des fuites d'air consiste à détecter et à sceller d'une façon systématique le plus de fuites d'air possible en posant des coupe-bise, des produits de calfeutrage, des joints d'étanchéité et du ruban adhésif.

De nombreuses entreprises offrent également des services de test et d'évaluation des besoins en ventilation et en air de combustion, y compris des tests pour le contre-tirage.

Effet sur la maison en tant que système

Lorsque vous scellez les fuites d'air dans l'enveloppe du bâtiment, le degré d'humidité dans la maison augmente. Il peut en résulter des problèmes de condensation et d'humidité; il y a moins d'air frais qui circule dans la maison et moins d'air disponible pour les appareils de combustion. Par conséquent, la ventilation réglable de toute la maison et l'apport d'air de combustion font intégralement partie de la réduction des fuites d'air.

Chaque maison réagit de façon différente, et c'est pourquoi il faut surveiller les réactions dans chaque cas. Pour les vieilles maisons, il faudra peut-être prendre des mesures correctives avant le colmatage complet des fuites d'air.

À titre d'exemple, l'humidité peut s'accumuler dans les murs au fil du temps, causant des moisissures. Une telle situation pourrait nécessiter un nettoyage en profondeur et le remplacement des matériaux touchés, ainsi que l'installation d'un pare-air-vapeur plus approprié. Afin d'éviter les problèmes, il faut d'abord comprendre comment ils se produisent et, ensuite, prendre les mesures nécessaires pour contrôler l'humidité et la ventilation.

Les appareils de chauffage, les chauffe-eau, les foyers, les poêles à bois et tout autre appareil à combustible requièrent de l'air pour la combustion et pour l'extraction des produits de combustion à l'extérieur de la maison. S'il n'y a pas suffisamment d'air, la cheminée ou le conduit d'air pourrait laisser émaner des gaz dangereux dans la maison.

Les problèmes d'humidité, de ventilation et d'air de combustion sont traités plus en détail au chapitre 9 Le rendement de votre maison.

4.1 DÉTECTION DES FUITES

L'air s'échappe des trous dans l'enveloppe du bâtiment et là où il y a une différence de pression. En hiver, la maison a tendance à fonctionner comme une cheminée; l'air cherche donc à pénétrer aux niveaux inférieurs de la maison et à sortir aux niveaux supérieurs et par le plafond.

4.1.1 Comment déceler les fuites d'air

Il faut parfois jouer au détective pour déceler les fuites d'air. Pour de meilleurs résultats, vous pouvez embaucher un entrepreneur spécialiste de l'étanchéité ou un conseiller en efficacité énergétique professionnel. Vous pouvez aussi faire le travail vous-même, en procédant comme suit.

Fabriquez votre propre *détecteur de fuites d'air* – vous n'avez besoin que de bâtonnets d'encens. Pour détecter les fuites plus facilement, utilisez deux ou trois bâtonnets. Dans le cas de fuites importantes, la fumée se dissipera et les bouts des bâtonnets d'encens luiront. Dans le cas contraire, la fumée s'estompera ou se dirigera vers la fuite.

Figure 4-1 Détecteur de fuites d'air fait maison

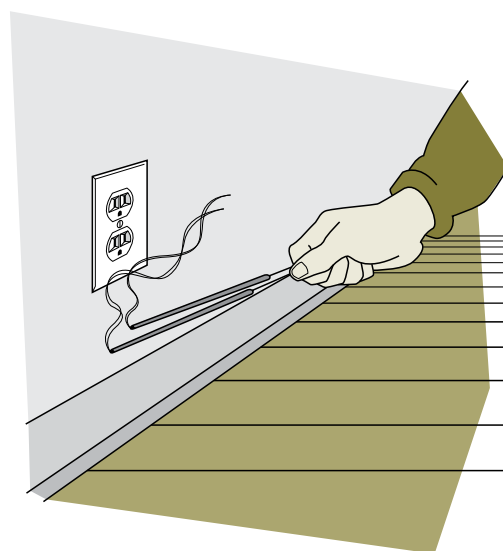
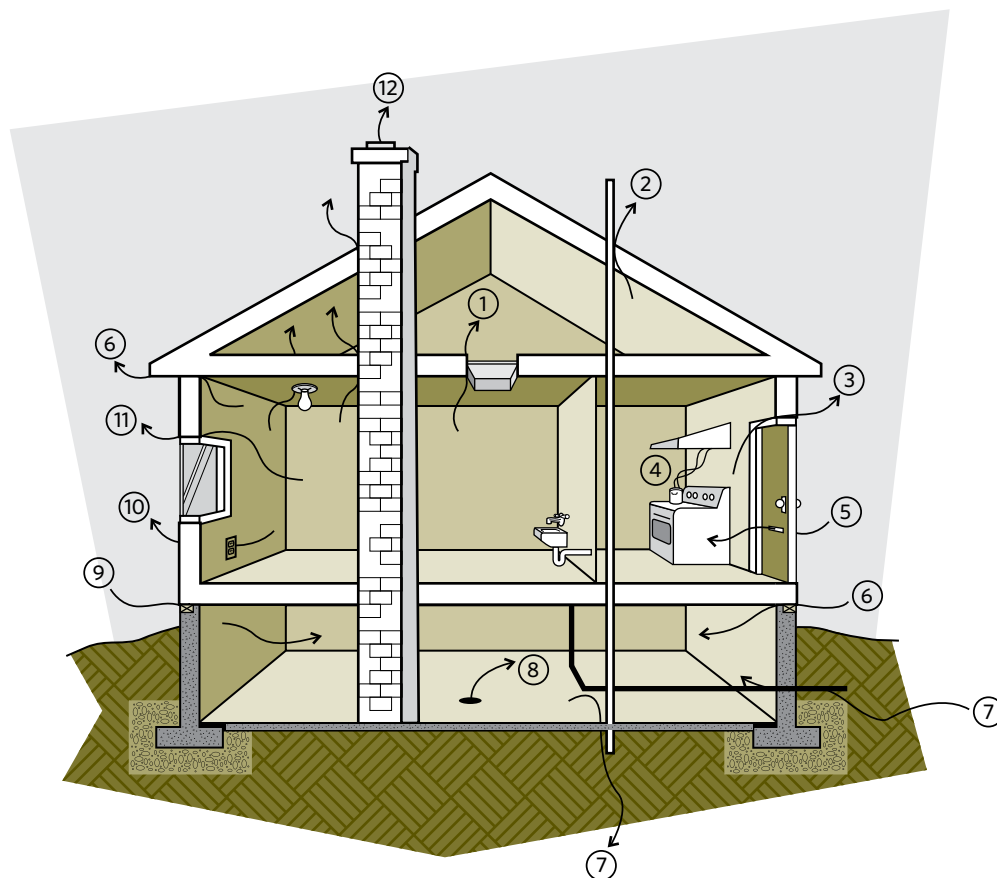


Figure 4-2 Endroits propices aux fuites d'air**Où chercher?**

Principaux emplacements de fuite à vérifier :

- | | | | |
|--|-------------------------------------|--|----------------------|
| 1. Trappe du grenier | 4. Évent d'extraction | 7. Branchement des services publics | 10. Prise de courant |
| 2. Ouvertures du plafond vers le grenier | 5. Fente à lettres | 8. Siphon de sol (les drains dans le plancher du sous-sol) | 11. Fenêtre |
| 3. Porte | 6. Appui et solive d'enchevêtrement | 9. Fissure dans les murs de fondation | 12. Cheminée |

Par une journée froide, vérifiez s'il y a des courants d'air dans tous les endroits où vous soupçonnez que l'air extérieur s'infiltre. Il est plus facile de détecter les fuites d'air durant les journées venteuses. Vérifiez les fuites possibles dans les murs et les éléments intérieurs de votre maison, comme les prises de courant et les interrupteurs, parce qu'il existe peut-être une ouverture directe vers l'extérieur, dans une cloison ou le long des solives du plancher, qui a besoin d'être scellée.

Vous pouvez effectuer un test rudimentaire d'infiltrométrie en fermant toutes les fenêtres et les

portes et en ouvrant tous les ventilateurs dans la maison, comme ceux de la cuisine et de la salle de bain, les sècheuses (au cycle frais) et tout ventilateur mobile placé devant une fenêtre (si vous pouvez boucher toutes les fuites autour de l'appareil). Toutefois, avant d'effectuer le test, fermez le système de chauffage et le chauffe-eau alimentés au combustible pour éviter les refoulements. Vous pouvez maintenant faire le tour de votre maison avec votre détecteur de fuites d'air et trouver les fuites qui devraient être scellées.

4.1.2 Liste des endroits les plus propices aux fuites d'air

Certains endroits méritent une attention particulière, mais il ne faudrait nullement s'y limiter.

Dans les principales pièces occupées, il faut vérifier :

- les fenêtres, en s'assurant de l'étanchéité des vitres, du châssis et du cadre;
- les portes, en n'oubliant pas le seuil et le pourtour du cadre;
- les prises de courant et les interrupteurs, y compris celles sur les murs intérieurs;
- les ventilateurs et les événements d'évacuation – ceux-ci doivent évacuer à l'extérieur et bien se fermer lorsqu'ils ne servent pas;
- les coins où deux murs se rejoignent de façon imparfaite;
- les plafonniers;
- les moulures et les plinthes;
- les fissures dans le revêtement des murs ou des plafonds;
- le point de rencontre des murs à ossature de bois et des murs en maçonnerie ou de la cheminée;
- les portes ou trappes d'accès à l'entretoit non chauffé;
- les registres et les briques des foyers;
- derrière les baignoires et sous les lavabos;
- au-dessus des portes coulissantes escamotables;
- autour de la tuyauterie et des conduits.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ : Voir la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité, pour lire la mise en garde au sujet de l'isolant de vermiculite pouvant contenir de l'amiante.

Dans l'entretoit, il faut vérifier (vous devrez peut-être déplacer l'isolant) :

- autour de la colonne de plomberie et des autres tuyaux pénétrant dans l'entretoit;
- autour des fils ou des appareils d'éclairage qui traversent le plancher de l'entretoit;
- autour des conduits d'air venant de l'intérieur de la maison;
- au point de rencontre entre le plafond et les cloisons intérieures;
- autour des trappes d'accès à l'entretoit;
- autour de la cheminée;
- le long des murs mitoyens;
- le long du plafond au-dessus des salles de bain et des cages d'escalier.

Dans le sous-sol, il faut vérifier :

- le point de rencontre du mur à ossature de bois (lisse basse) et de la fondation (béton ou pierre) ou l'endroit où les solives pénètrent dans la fondation;
- les ouvertures par où passent les fils électriques, les conduites de gaz ou les tuyaux d'alimentation de mazout (soyez prudent autour des fils électriques et des conduites de gaz : ne modifiez pas les connexions!);
- les trous par où les fils, les câbles ou les tuyaux, et les conduits de climatisation entrent à travers les murs intérieurs et extérieurs;
- les joints dans les conduits d'air, les registres d'air chaud et les prises d'air froid;
- autour du cadre des portes et des fenêtres;
- les fissures dans les murs de fondation et les dalles de ciment;
- les drains dans le plancher;
- la base de la cheminée et du tuyau de fumée.

4.2 PRODUITS DE CALFEUTRAGE ET AUTRES MATÉRIAUX D'ÉTANCHÉITÉ

Colmatez les fuites d'air provenant des fissures de la surface intérieure des murs extérieurs, des plafonds ou des planchers pour empêcher l'air de s'échapper par les murs et la toiture.

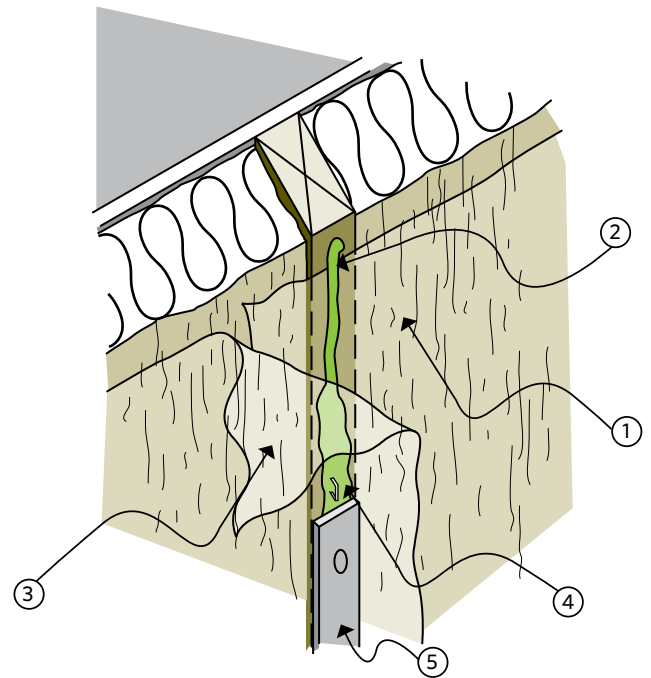
À l'extérieur, il ne faut calfeutrer que les fissures pouvant laisser pénétrer l'eau et les insectes. Si vous comptez repeindre la maison, essayez de ne pas boucher les joints qui se trouvent dans le parement et servez-vous de peinture ou de teinture perméables. L'extérieur des murs doit pouvoir dissiper l'humidité. Pour ces mêmes raisons, ne peignez pas le stucco; des produits protecteurs spéciaux sont vendus pour ce produit de revêtement.

4.2.1 L'abc du calfeutrage

Achetez un pistolet à calfeutrer de bonne qualité qui convient à la taille de votre main pour éviter les foulures. Le pistolet devrait être muni d'un interrupteur. Le déclenchement par le pouce est pratique puisqu'il permet de n'utiliser qu'une seule main; sont également pratiques un couteau pour couper l'embout du tube et un dispositif pour le percer.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ : Prenez soin d'utiliser un produit de calfeutrage ignifuge pour calfeutrer autour des sources de chaleur (cheminée, luminaire, moteur de ventilateur, etc.). La silicone et le polysulfure sont excellents. Il existe des silicones conçues pour les températures élevées des tuyaux de fumée. Lisez bien les étiquettes des produits.

Figure 4-3 Sceller les joints du pare-air-vapeur



Installation d'un pare-air-vapeur en polyéthylène :

1. première feuille sur un membre solide;
2. cordon de pâte acoustique;
3. deuxième feuille pressée sur le cordon;
4. agrafes dans le cordon;
5. tasseau ou panneau mural fixé pour donner un support.

Choisissez le produit adéquat pour la tâche à réaliser. On a souvent de mauvaises expériences lorsqu'on essaie de calfeutrer pour la première fois parce qu'on achète des produits ou un pistolet qui ne sont pas d'assez bonne qualité ou qui ne sont pas appropriés. Choisissez des produits de qualité pour une meilleure durabilité. Pratiquez-vous à faire des cordons et à les lisser avant d'entreprendre le travail réel de calfeutrage.

Voir la section 3.3 Pare-air, pour connaître les différents types de produits de calfeutrage et leurs applications.

- Utilisez de grandes feuilles pour réduire le nombre de joints.
- Tous les joints et bordures devraient chevaucher un appui solide comme un poteau.
- Appliquez un cordon de pâte acoustique qui ne durcit pas entre les feuilles qui chevauchent le support.
- Agrafez directement dans les feuilles et le cordon de pâte. Dans la mesure du possible, évitez d'utiliser toutes autres agrafes.
- Le fini (p. ex., le placoplâtre) agit comme point d'attache pour solidifier le joint. Une fourrure peut être clouée sur le joint pour fournir le support nécessaire lorsque le fini n'est pas fixé directement contre le polyéthylène.
- Scellez toutes les entrées. Dans la mesure du possible, elles devraient pénétrer une surface solide, comme le contre-plaqué, ou pénétrer un ou deux poteaux.

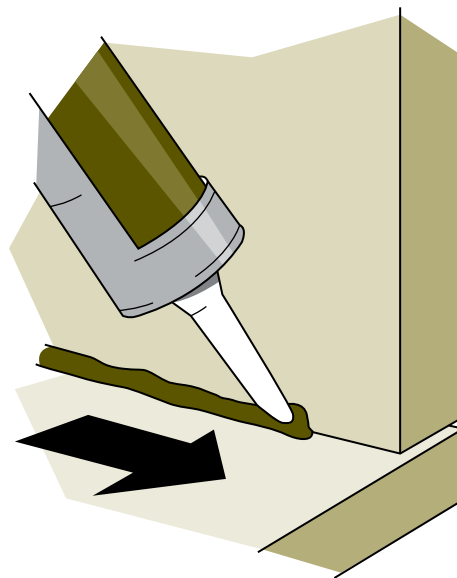
4.2.2 Autres matériaux et leurs applications

De nombreux autres matériaux sont utilisés comme pare-air dans différentes parties de la maison, notamment des joints d'étanchéité et des rubans adhésifs spéciaux, ainsi que des matériaux en feuilles comme le polyéthylène, l'oléfine non tissée thermoliée, l'isolant rigide, le placoplâtre, le contre-plaqué, le panneau OSB et la tôle. Les techniques d'installation des matériaux en feuilles devant servir de pare-air sont très importantes. Tous les bords, joints et entrées doivent être scellés.

4.2.3 Pare-air-vapeur

Il est souvent possible d'installer un nouveau pare-air-vapeur en utilisant du placoplâtre scellé comme pare-air et des couches de peinture ou du polyéthylène en feuilles comme pare-vapeur. Le polyéthylène en feuilles scellées installé du côté chaud de l'isolant peut également servir de pare-air-vapeur. Il est important de bien faire l'installation (voir la Figure 4-3).

Figure 4-4 Comment étendre un cordon de pâte à calfeutrer



Tenir le pistolet à calfeutrer dans un angle perpendiculaire à la ligne à remplir. Couper le bout à angle droit. Le produit est forcé dans la fissure.

4.2.4 Finition intérieure

Si les travaux de rénovation dans l'entretoit font partie des rénovations intérieures, pensez à enlever le plafond et à installer une nouvelle feuille de polyéthylène ou un pare-air étanche de placoplâtre en dessous des solives du plafond.

Bien qu'il ne soit pas difficile de sceller le pare-air du plafond à celui des murs, il faudra faire preuve d'ingéniosité et de minutie pour conserver sa continuité aux cloisons.

Lorsque les cloisons sont perpendiculaires aux solives du plafond, gardez la continuité en travaillant à partir du haut et en utilisant des bandes de polyéthylène ou de polystyrène extrudé.

Lorsque les cloisons sont parallèles aux solives de plafond, posez des bandes de blocage et de clouage pour donner du support aux nouveaux matériaux du plafond.

4.2.5 Quelques conseils pour bien sceller certains endroits propices aux fuites d'air

Prises de courant

Si vous remarquez que l'air fuit par les prises de courant, il faut les sceller. Certaines prises de courant sur les murs intérieurs peuvent aussi laisser passer l'air – il faut donc les sceller également. Coupez d'abord le courant en déclenchant le disjoncteur ou en enlevant le fusible. Assurez-vous que le courant est bien coupé en allumant une lampe branchée dans la prise visée. Vous pouvez utiliser de petits coussins en mousse approuvés qui s'ajustent entre la plaque et le boîtier.

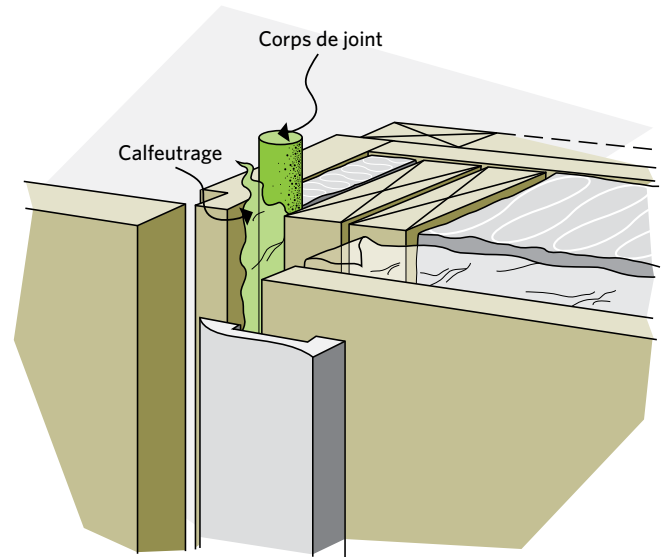
Vous obtiendrez un meilleur résultat si vous scellez le joint d'étanchéité avant l'installation. Placez des cache-prises dans les prises rarement utilisées. Certains coussins en mousse sont pourvus de joints d'étanchéité qui s'adaptent aux cache-prises (voir la Figure 3-3).

Si vous installez une nouvelle prise de courant au cours de rénovations, assurez-vous de sceller toutes les fuites d'air en la plaçant dans une boîte en plastique spéciale que vous pouvez vous procurer dans les quincailleries ou les magasins de matériaux de construction. Calfeutrez l'entrée du fil et scellez le nouveau pare-air-vapeur à la bordure de la boîte.

Boiseries

Il faut calfeutrer le contour des plinthes, moulures, cadres de portes et de fenêtres qui sont des endroits propices aux fuites d'air. Dans certains cas, ce travail peut se faire tout simplement au moyen d'une pâte malléable transparente ou de la même couleur que les boiseries ou qui peut être peinte. La solution la plus efficace consiste à enlever les boiseries et

Figure 4-5 Étanchéisation derrière les boiseries des fenêtres ou des portes



à colmater derrière. Isolez les grandes fissures à l'aide d'un corps de joint en mousse et bouchez-les avec un produit de calfeutrage, une mousse de polyuréthane ou tout autre produit approprié. Si vous enlevez les plinthes, vous pourrez aussi calfeutrer entre le fini du mur et le bas de la lisse basse, de même qu'entre la lisse basse et le plancher.

Vitres (vitrages)

Il devrait y avoir étanchéité entre la vitre et le châssis de bois. Vérifiez la fenêtre avec soin en vous assurant qu'il n'y a pas de fissure ou qu'aucune section ne manque dans les produits d'étanchéité. Si l'air s'infiltré, il faut y remédier en appliquant du mastic de vitrerie qui dure plus longtemps et conserve une consistance assez malléable comparativement au simple mastic. Enlevez le vieux mastic et posez le nouveau avec un couteau à mastic. Appliquez-le fermement dans l'interstice de manière à le sceller parfaitement puis peignez-le, en étirant la peinture jusqu'à ce qu'elle touche à peine la vitre.

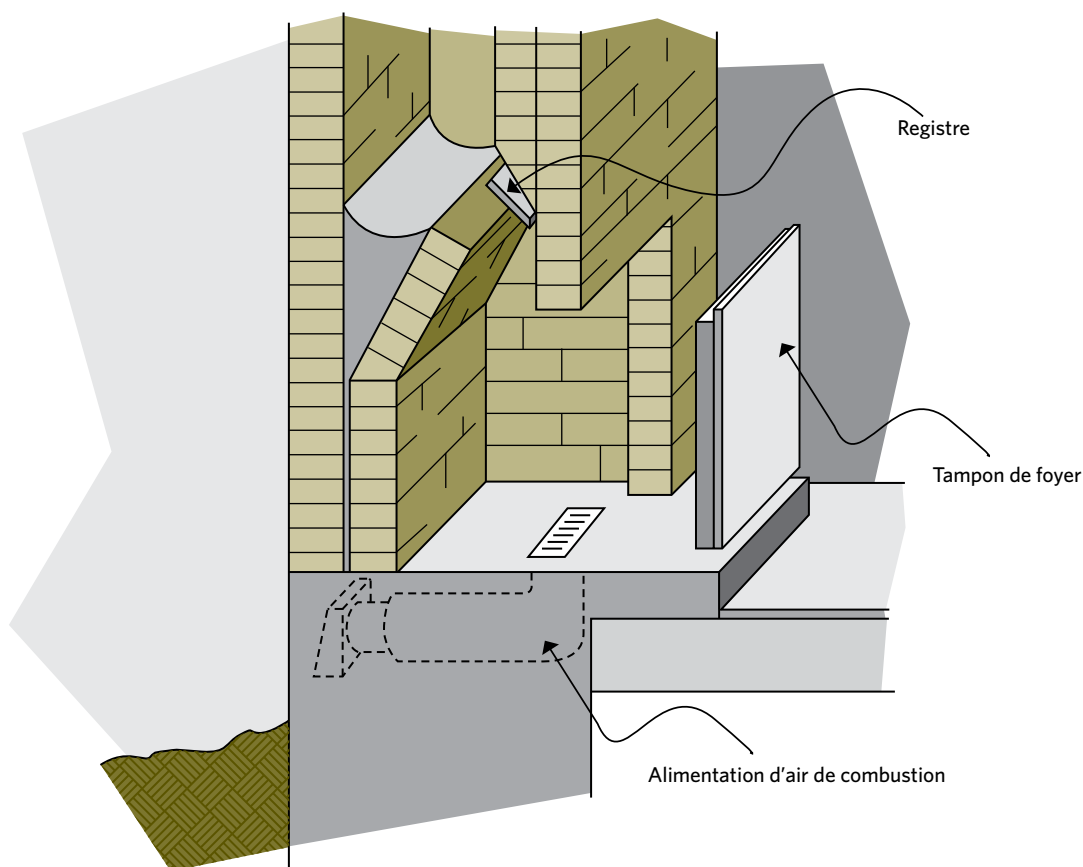
Foyers

Fermez le registre quand le foyer n'est pas utilisé. À l'aide d'une lampe de poche, assurez-vous que le volet motorisé est bien ajusté. Dans le cas contraire, demandez à un spécialiste de faire le travail. Toutefois, sachez que même si le registre est fermé, beaucoup de chaleur se perd par la cheminée. Vous pouvez installer des portes vitrées ajustées devant le foyer, mais elles ne sont habituellement ni très étanches ni très efficaces. Le cadre de la porte devrait être bien scellé au foyer à l'aide d'un produit de calfeutrage ignifuge, et le cadre doit comprendre un conduit extérieur ou un registre pour l'air de combustion. Un tel conduit permet l'entrée d'air de combustion de l'extérieur pour alimenter le feu

mais, lorsque le foyer n'est pas utilisé, ce conduit doit être fermé. Demandez une trousse d'installation de portes chez votre marchand de matériaux de construction ou d'appareils de chauffage au bois.

Scellez un foyer inutilisé ou d'utilisation saisonnière en installant un tampon étanche dans la cheminée ou en travers de l'ouverture du foyer. Ce tampon peut être fait de contreplaqué recouvert d'un tissu qui assure que les rebords sont bien étanches (voir la Figure 4-6). Assurez-vous qu'il n'y a pas de fuites entre la cheminée et le mur (enlevez les moulures, au besoin). Calfeutrez à l'aide d'une pâte malléable résistante à haute température.

Figure 4-6 Conduit pour l'air de combustion extérieur pour alimenter le foyer



Cheminée

Les cheminées constituent un défi particulier pour l'étanchéité et l'isolation.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ :

Il faut prendre en considération la protection contre les incendies lors de l'étanchéisation et de l'isolation de la cheminée. Référez-vous à la section 5.1.2 Risques d'incendie et autres risques liés à l'entretoit pour connaître les techniques appropriées pour ces tâches.

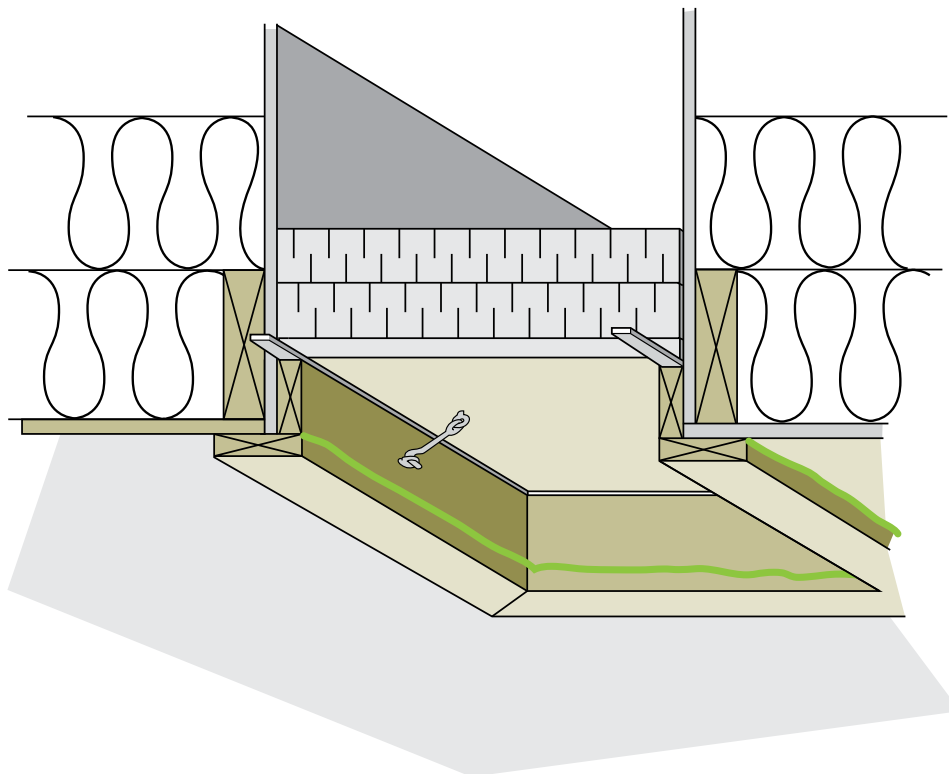
Trappe d'accès au grenier

Scellez la trappe d'accès de la même façon qu'une porte s'ouvrant vers l'extérieur. Calfeutrez autour du cadre, puis entre l'encadrement et le placoplâtre du plafond. Appliquez un coupe-bise sur le contour de l'encadrement ou de la trappe même. Enfin, posez des crochets ou un autre type de fermeture de façon à ce que la trappe s'appuie fermement contre le coupe-bise. La trappe elle-même devrait être isolée.

Fenêtres jamais ouvertes

Si une fenêtre n'a pas besoin d'être ouverte pour la ventilation ou comme sortie de secours possible, il faut la sceller en la calfeutrant plutôt qu'en posant des coupe-bise. Vous pouvez poser un produit de calfeutrage facile à enlever si vous prévoyez ouvrir éventuellement la fenêtre.

Figure 4-7 Coupe en perspective d'une trappe d'accès bien étanche



5 Les toits et les entretoits

5.1 Renseignements généraux pour tous les entretoits

5.2 Entretoits facilement accessibles

5.3 Maison comportant un étage mansardé

5.4 Entretoit exigü, plafond cathédrale et toit plat

5.5 Barrières de glace

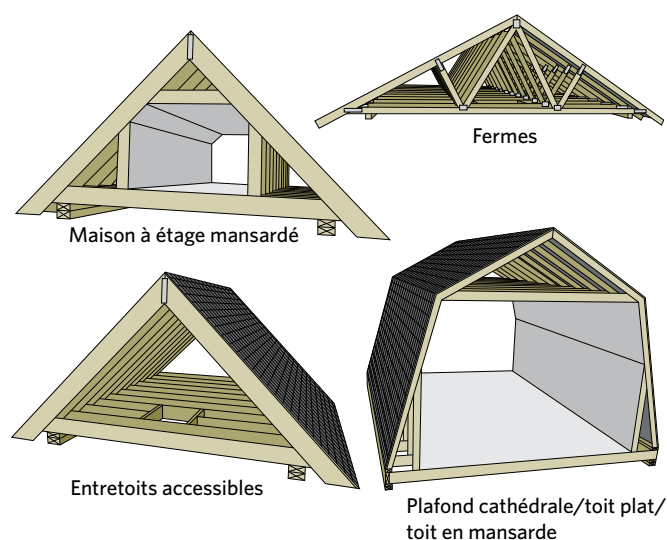
5.6 Rénovations et réparations

LES TOITS ET LES ENTRETOITS

Bon nombre de propriétaires commencent leurs travaux par l'entretoit en raison de son accessibilité, même si le fait est que le sous-sol et les murs qui ne sont pas isolés perdent beaucoup plus de chaleur que l'entretoit typique. Même si l'entretoit est déjà bien isolé, il peut être encore possible d'améliorer l'efficacité énergétique et le confort de la maison en scellant les fuites d'air. L'air qui pénètre dans l'entretoit est en grande partie responsable de la perte thermique et peut entraîner une foule de problèmes liés à l'humidité.

On n'attachera jamais trop d'importance à la réduction des fuites d'air. Pour des conseils pratiques, lisez ce chapitre au complet si vous effectuez des rénovations éconergétiques dans l'entretoit.

Figure 5-1 Types d'entretoits



5.1 RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX POUR TOUS LES ENTRETOITS

Quel que soit le type d'entretoit ou de plafond, il y a beaucoup d'aspects à prendre en considération avant de commencer les travaux. Une inspection minutieuse des points suivants vous aidera à établir votre stratégie d'amélioration.

Accessibilité

On peut accéder à l'entretoit de la plupart des maisons par une trappe intérieure dans le plafond, bien qu'il existe parfois une entrée extérieure par le toit ou le mur. La trappe devrait être assez grande pour vous permettre d'apporter des matériaux dans l'entretoit. Si ce n'est pas le cas ou s'il n'y a pas de voie d'accès, vous pourriez percer une ouverture dans le plafond à un endroit moins en évidence, par exemple, dans un placard. Une entrée par l'extérieur

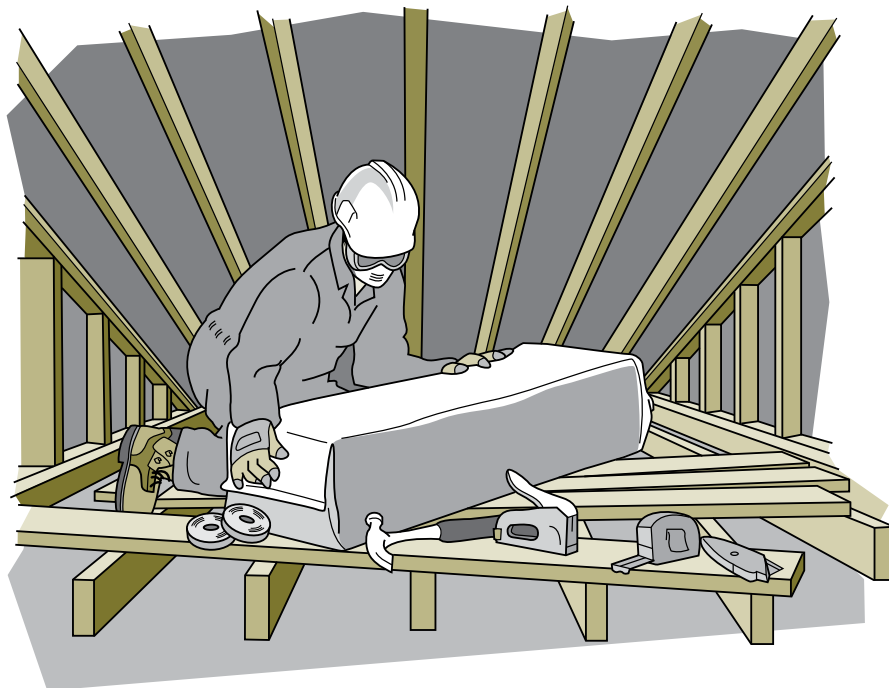
représente une ouverture de moins à sceller, et elle offre un accès pratique aux pompiers en cas d'incendie.

Vérifiez s'il y a des obstacles dans le toit et assez d'espace pour se déplacer. Si la hauteur est inférieure à 1 m (39 po), vous ne pourrez pas vous déplacer facilement. Les entretoits et les toits trop exigus pour qu'on puisse y travailler sont abordés plus loin dans le présent chapitre à la section 5.4 Entretoit exigu, plafond cathédrale et toit plat.

Évaluation

En plus de vérifier la présence de problèmes de structure, vérifiez l'état de la charpente du toit, du revêtement, du fini, des bordures de toit et des sous-faces pour déceler les signes de problèmes attribuables à l'humidité, comme des fuites d'eau, des taches, de la moisissure, de l'écaillage ou de la pourriture. Des problèmes d'humidité non réglés diminueront l'efficacité de l'isolant et peuvent

Figure 5-2 Certains entretoits se prêtent mieux aux travaux que d'autres



causer des dommages à la charpente, comme le pourrissement du bois ou le fendillement des chevrons. La moisissure et la pourriture sont des indices de problèmes avancés de condensation. Il faudra en identifier les causes et les régler avant d'ajouter l'isolant.

L'humidité peut s'infiltrer de l'extérieur si le toit ou les solins ne sont pas étanches. Les zones habituelles de problèmes incluent un mauvais solin à l'arête, à la noue ou à la cheminée et des fuites aux barrières de glace. Faites particulièrement attention aux marques d'eau sous le revêtement ou le long des chevrons.

L'humidité peut également provenir de l'intérieur de la maison; elle peut être transmise à l'entretoit en vapeur d'eau par les fuites d'air. La plupart des problèmes se produisent autour des événements de salle de bain et de cuisine qui passent par le plafond, autour des colonnes de plomberie et des chasses de cheminées et aux entrées de fils et de plafonniers encastrés. La décoloration de l'isolant étant un signe incontestable de flux d'air, alors n'hésitez pas à vérifier sous l'isolant en place pour repérer les fuites d'air.

Inspectez l'entretoit après une vague de froid pour déceler les signes de condensation; celle-ci se manifestera sous forme de givre dans les climats plus froids. Un certain givrage est normal, mais, si la couche de givre est particulièrement épaisse (10 mm [2 po] ou plus), assurez-vous que la ventilation fonctionne et n'est pas obstruée par l'isolant. Vous pourrez déterminer si les problèmes d'humidité sont causés par des sources intérieures ou extérieures en vérifiant votre entretoit durant ou juste après un orage.

Inspectez l'isolant en place pour en connaître le type, l'état (sec, humide, affaîssi, etc.), l'épaisseur moyenne et l'étendue. L'isolant doit être enlevé s'il est endommagé ou s'il a été contaminé par la moisissure ou la vermine. Toutefois, ne touchez à rien si l'isolant est fait de vermiculite (voir la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité).

Si l'isolant est humide, ne le couvrez pas avant d'avoir éliminé la source d'humidité et de l'avoir fait sécher. Si l'isolant est sec, vous pourrez probablement le laisser en place. L'utilisation de deux différents types d'isolants ne pose habituellement pas de problème. Vérifiez l'épaisseur de l'isolant pour déterminer sa valeur isolante. Comparez sa valeur à celle recommandée à la section 2.2 Contrôle du flux de chaleur.

Assurez-vous que l'isolant est distribué de façon uniforme et qu'il a sa pleine épaisseur partout, particulièrement dans le périmètre de l'entretoit au-dessus de la sablière du mur. La partie qui n'est pas isolée restera froide au point de rencontre du mur et du plafond, ce qui peut entraîner des problèmes d'humidité.

Pare-air et pare-vapeur déjà en place

Les maisons devraient toutes être munies d'un pare-vapeur sur la paroi chaude de l'isolant. Dans les vieilles maisons, le pare-vapeur peut être fait à partir de papier ciré, d'un matelas isolant avec papier kraft à l'endos ou de couches de peinture. En règle générale, le polyéthylène est utilisé dans les nouvelles maisons mais, dans l'ensemble, très peu de maisons sont pourvues d'un pare-air efficace.

S'il existe déjà un pare-air, trouvez-le et déterminez son état. Rappelez-vous qu'un pare-air doit être continu; les trous ou déchirures devront être réparés et les ouvertures qui passent par le pare-air devront être scellées. N'hésitez pas à relever l'isolant en place aux endroits où des fuites d'air pourraient survenir et à sceller ces endroits. Toutefois, comme nous l'avons mentionné précédemment, ne touchez pas à la vermiculite.

Plus une maison est isolée, plus l'entretoit sera froid, ce qui signifie que les vapeurs qui s'échappent dans l'entretoit peuvent se condenser avant qu'elles ne puissent être évacuées. Il est essentiel de sceller les fuites d'air vers l'entretoit pour empêcher l'humidité d'y pénétrer.

S'il n'y a pas de pare-air-vapeur, efforcez-vous d'abord de sceller toutes les fuites d'air. Vous pouvez établir un pare-air efficace en utilisant des produits de calfeutrage, des joints d'étanchéité et des coupe-bise pour sceller les joints entre les composants du bâtiment. Ne comptez pas uniquement sur l'isolant en matelas, soufflé ou versé pour diminuer la nécessité d'étanchéisation.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ :

Certains endroits de l'entretoit posent des risques sérieux d'incendie et pour la santé. Avant d'étanchéiser et d'isoler un entretoit, assurez-vous de tenir compte des questions de sécurité suivantes.

5.1.2 Risques d'incendie et autres risques liés à l'entretoit

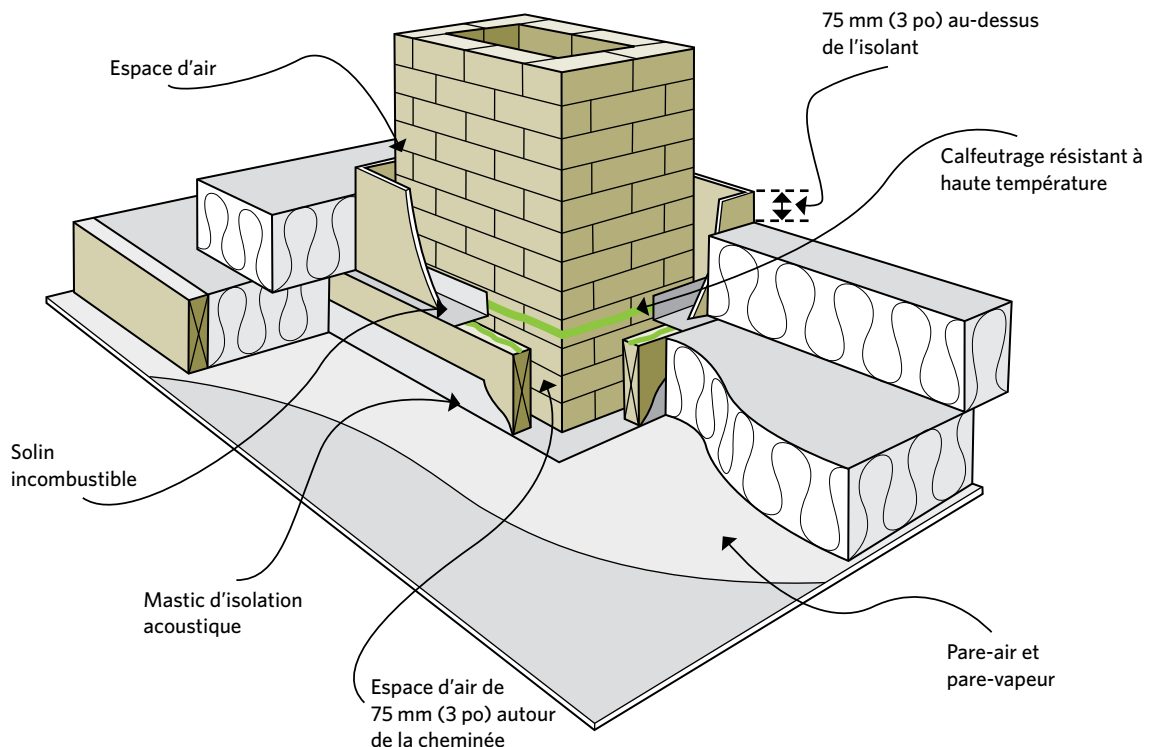
Cheminées en maçonnerie

Vérifiez l'état de la cheminée et de la charpente environnante pour y détecter la présence de signes de carbonisation, de suie, de maçonnerie ou de mortier qui s'effrite, ou de dommages à la doublure de la cheminée. N'isolez pas la cheminée

en présence de ces signes. Appelez plutôt un spécialiste en cheminées, qui s'occupera de réparer, d'étanchéiser et d'isoler la cheminée.

Il reste toujours un espace vide autour de l'endroit de l'entretoit traversé par la cheminée en maçonnerie. Pour sceller cet espace, installez d'abord un solin de tôle pour remplir le vide puis

Figure 5-3 Ne placez aucun produit combustible près d'une cheminée en maçonnerie



scellez tous les joints à l'aide d'un produit ignifuge (assurez-vous que l'utilisation à cette fin est précisée par le fabricant). Pour empêcher l'isolant (surtout dans le cas d'un isolant soufflé) d'entrer en contact avec la cheminée, construisez un écran éloigné de 75 mm (3 po) à partir de la cheminée et dépassant d'au moins 75 mm (3 po) le dessus de l'isolant.

Cheminées en métal

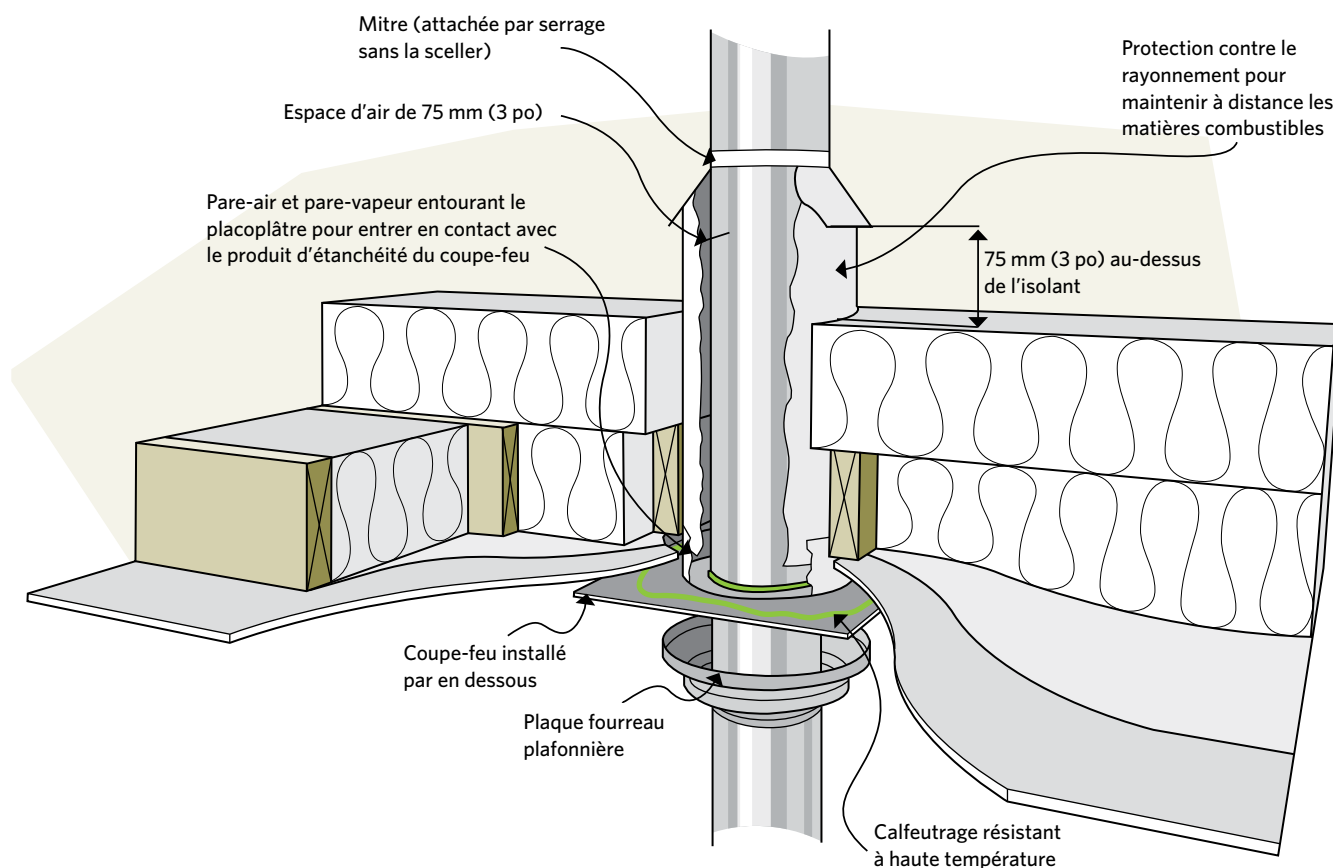
Dans le cas des cheminées en métal fabriquées en usine, il faut empêcher le contact avec l'isolant en laissant un espace d'au moins 75 mm (3 po), à moins d'indications contraires du fabricant ou des autorités locales. Installez un écran ignifuge contre le rayonnement qui conserve un espace d'air de

75 mm (3 po) entre la cheminée et l'isolant. Afin de réduire les fuites d'air, scellez d'abord le coupe-feu avec le pare-air-vapeur à l'aide d'un produit de calfeutrage ignifuge. La partie supérieure de l'écran de protection doit dépasser d'au moins 75 mm (3 po) le niveau de l'isolant en place ou de celui qui sera ajouté. Pour empêcher l'isolant de glisser derrière l'écran, attachez une mitre par serrage, sans la sceller à l'aide d'un produit d'étanchéité, sur le dessus de l'écran de protection.

Installations électriques

Prenez garde aux fils électriques (coupez le courant). En présence de fils douteux ou rouillés, consultez un entrepreneur en électricité.

Figure 5-4 Ne placez aucun produit combustible près d'une cheminée en métal



Appareils d'éclairage encastrés

Les espaces autour des appareils d'éclairage encastrés standard sont difficiles à sceller et peuvent causer des incendies s'ils sont recouverts d'isolant. Remplacez-les par des luminaires encastrés étanches à l'air approuvés qui peuvent être installés sans problèmes sous un entretoit isolé.

Déjections d'animaux

Si vous découvrez une quantité considérable de déjections d'animaux et de vermines, n'y touchez pas; elles peuvent abriter des moisissures, des œufs de parasites et des bactéries volatils qui peuvent causer des maladies graves. Pour de plus amples renseignements, voir la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité.

5.1.3 Sceller les fuites d'air

Il faut sceller les espaces suivants :

- Autour des colonnes de plomberie et de tout autre tuyau. Pour la colonne de plomberie en plastique qui subit un mouvement vers le haut ou le bas provoqué par l'expansion thermique, utilisez un joint d'étanchéité souple ou un manchon en polyéthylène scellé à un collier en contre-plaqué (voir la Figure 5-6).
- Autour des fils électriques et des appareils d'éclairage de plafond qui traversent le plancher et les cloisons de l'entretoit et la sablière du mur extérieur (voir la Figure 5-7 et la Figure 5-8). Voir la section 5.1.2 Risques d'incendie et autres risques liés à l'entretoit pour la marche à suivre avec les luminaires encastrés.

Figure 5-5 Tenir l'isolant à distance d'un luminaire encastré en créant un écran

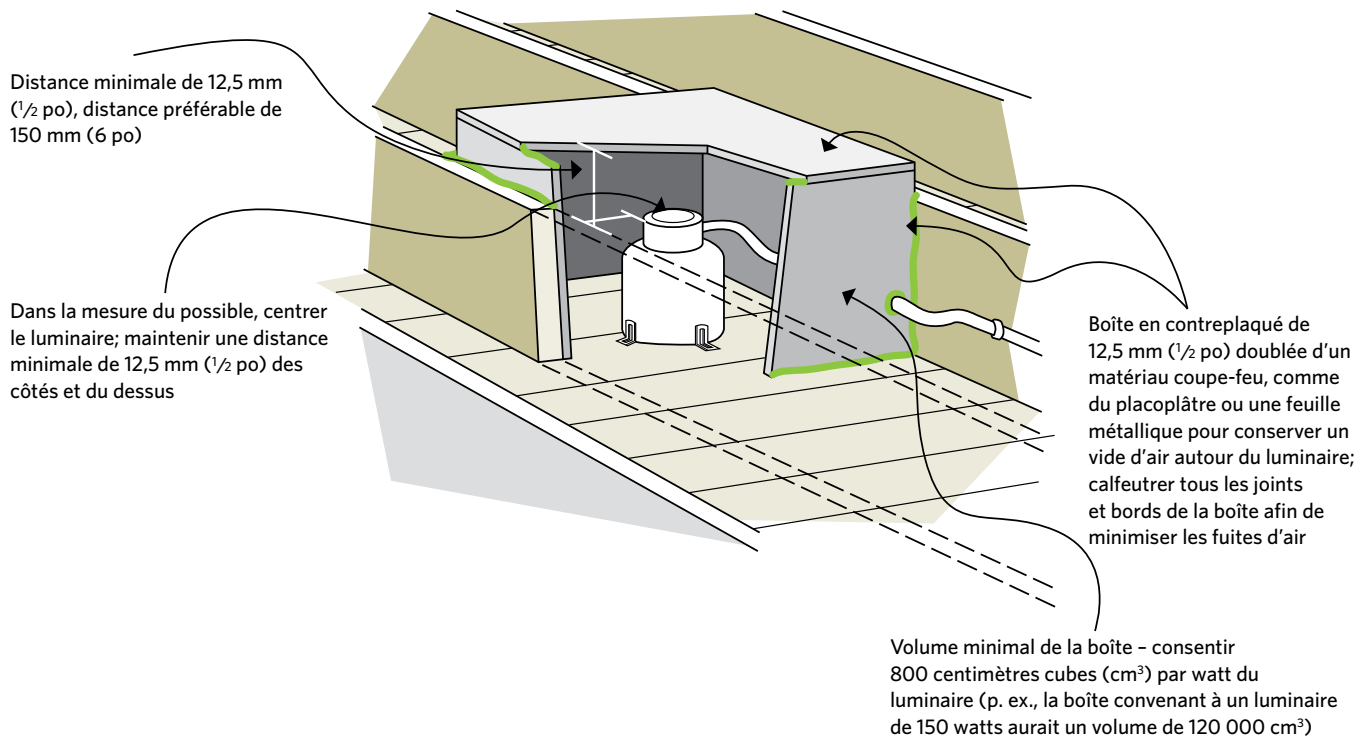
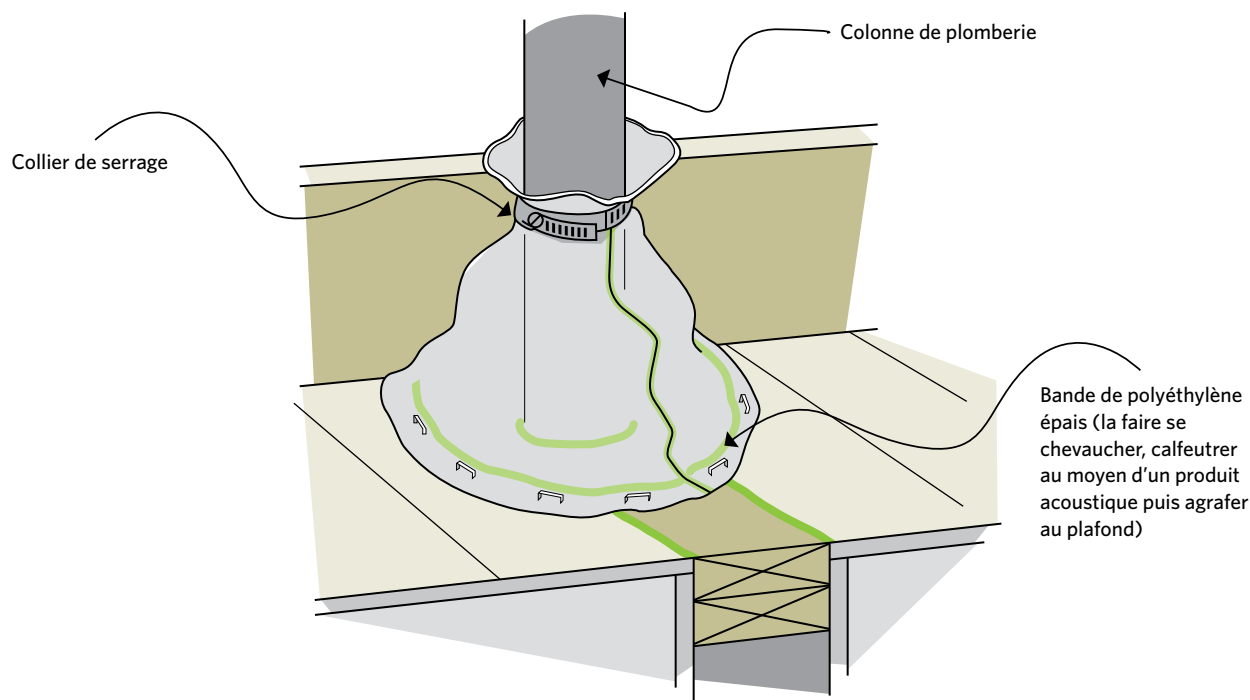


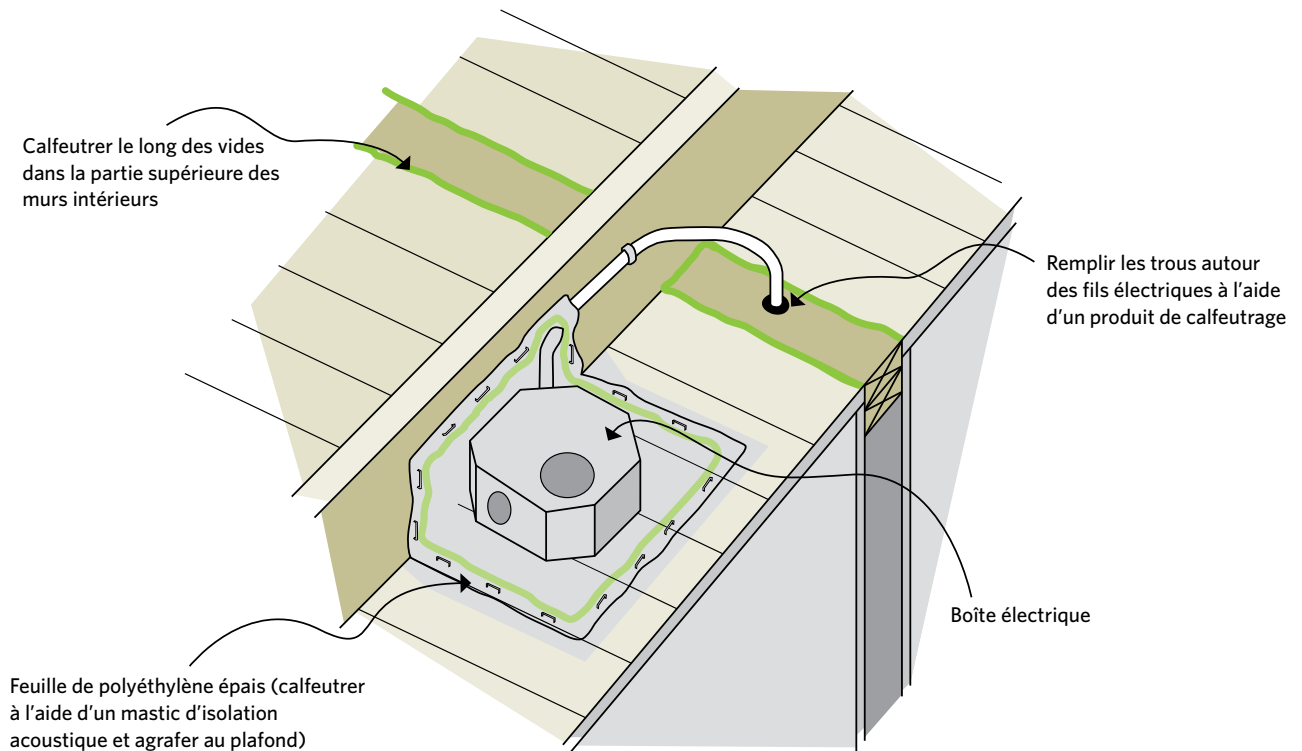
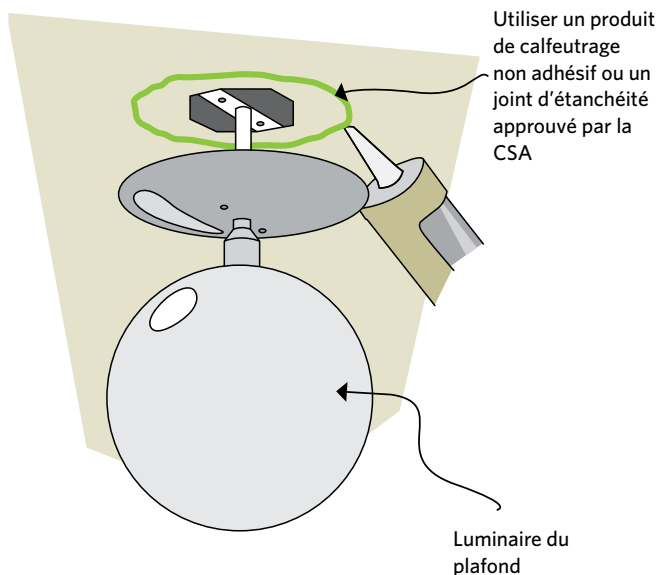
Figure 5-6 Sceller la colonne de plomberie



- Autour des fils électriques et des appareils d'éclairage de plafond qui traversent le plancher et les cloisons de l'entretoit et la sablière du mur extérieur (voir la Figure 5-7 et la Figure 5-8). Voir la section 5.1.2 Risques d'incendie et autres risques liés à l'entretoit pour la marche à suivre avec les luminaires encastrés.
- Autour des conduits traversant l'entretoit de l'intérieur. Scellez les joints de conduits avec du ruban adhésif en aluminium, de la peinture ou du mastic. Scellez les vides entourant les conduits qui traversent le plafond. Les conduits devraient rester sous l'isolant ou être enveloppés d'isolant et être protégés pour qu'ils ne soient pas écrasés. Les ventilateurs d'extraction doivent toujours évacuer l'air à l'extérieur, mais pas directement sous les événements de débord de toit.
- Aux points de rencontre du plafond et des cloisons, retirez l'isolant afin de repérer et de sceller les fissures le long des cloisons (voir la Figure 4-4).
- Dans la partie supérieure des murs intérieurs et extérieurs, assurez-vous que les vides sont bloqués de l'entretoit (d'habitude par une sablière). Comblez les vides laissés ouverts dans la cavité exposée au moyen d'un panneau isolant rigide et scellez avec un produit de calfeutrage. Si la sablière est fissurée ou mal ajustée, utilisez un produit de calfeutrage et du polyéthylène pour créer un joint étanche (voir la Figure 5-7).
- Autour des trappes d'accès (voir la Figure 4-7).
- Autour de la cheminée. En vertu des codes du bâtiment, les espaces entre la cheminée et le plancher, ou le plafond par où la cheminée passe, doivent être scellés par un coupe-feu incombustible (voir la Figure 5-3 et la Figure 5-4).

Figure 5-7 Sceller une boîte électrique

(Nota : Voir la Figure 5-5 pour le cas spécial que représente la boîte d'un luminaire encastré)

**Figure 5-8** Sceller un luminaire au plafond

- Le long des murs mitoyens. Il y a souvent un espace entre les murs mitoyens et le bord du plancher d'un entretoit (c.-à-d., les murs communs séparant les duplex, les triplex et les maisons en rangée). Il faut veiller à bien sceller cet espace. Si vous soupçonnez que l'air fuit par un mur mitoyen fait de blocs de béton, embauchez un entrepreneur pour étanchéiser les blocs.

5.1.4 Ventilation

La ventilation de l'entretoit sert à de nombreuses fins : elle réduit le surchauffage l'été, prolongeant la vie de la toiture, et elle diminue les charges du climatiseur. Une fois les fuites d'air scellées, la ventilation constitue votre deuxième moyen de défense contre la vapeur d'eau qui pourrait avoir pénétré dans l'entretoit. La ventilation assure un entretoit bien aéré et plus froid qui favorise moins l'accumulation de glace le long du débord de toit.

Les maisons qui ont un toit en pente et un entretoit accessible sont les plus faciles à ventiler en respectant le rapport 1:300 (voir ci-après). Ce rapport fait référence à des surfaces de ventilation dégagées; il faut donc augmenter la surface si les événements sont recouverts de grilles (contre les insectes) et de déflecteurs (contre la pluie et la neige), ce qui diminue le rapport de surface libre. L'emplacement des événements doit assurer un bon courant d'air tant horizontal que vertical. Toutefois, bien qu'ils soient importants, les événements n'empêcheront pas la condensation de se produire et ne résoudront pas les problèmes créés par les fuites d'air.

Assurez-vous que les événements en place dans l'entretoit fonctionnent bien et ne sont pas bouchés par de l'isolant, des débris ou d'autres matériaux. Vous devrez peut-être trouver les événements de toit ou de sous-face de l'extérieur s'ils ne sont pas visibles de l'entretoit.

Même si un plafond étanche à l'air réduit de façon considérable les problèmes d'humidité dans l'entretoit, en vertu des codes du bâtiment, un minimum de ventilation est requis. Le rapport entre la surface d'événements et la surface de plafond devrait être d'environ 1:300.

N'augmentez pas automatiquement la ventilation. Les événements motorisés ne sont pas recommandés pour la ventilation de l'entretoit puisqu'ils risquent de tirer plus d'air de la maison qu'il n'en arrive par les événements du débord. En fait, l'air de la maison serait alors aspiré dans l'entretoit et occasionnerait ainsi des pertes thermiques considérables et une accumulation d'humidité. En outre, ils sont peu fiables, font du bruit et augmentent la consommation d'énergie. Les événements tournants, actionnés par le vent, ne créent aucun effet de siphon et ne sont pas plus efficaces que d'autres types d'événements coiffés.

L'emplacement des événements est aussi important que leur nombre et leur type. Souvent, un mélange des types d'événements et d'emplacement sera la solution

la plus efficace. Les sections suivantes indiqueront la meilleure approche, selon le type d'entretoit de votre maison.

5.2 ENTRETOITS FACILEMENT ACCESSIBLES

Après avoir inspecté l'entretoit et apporté les réparations nécessaires, concentrez-vous sur la réduction des fuites d'air et le contrôle de l'humidité.

5.2.1 Réduction des fuites d'air et contrôle de l'humidité

Il existe cinq façons d'installer un pare-air dans un entretoit non fini :

- sceller toutes les fuites d'air;
- poser du polyéthylène sur la partie supérieure des solives;
- poser du polyéthylène entre les solives;
- vaporiser de la mousse entre les solives (embauchez un entrepreneur);
- vaporiser de la mousse sous le toit pour créer un entretoit conditionné (embauchez un entrepreneur).

La première façon est la plus pratique, puisque la pose d'un pare-air-vapeur en polyéthylène dans un entretoit déjà existant est difficile en raison des obstacles et demande une attention particulière aux détails. D'un autre côté, la mousse à vaporiser offre une étanchéité à l'air et une première couche d'isolant de bonne qualité qui peut être recouverte jusqu'au niveau d'isolation RSI (R) visé.

Si les travaux d'amélioration de l'entretoit sont faits en même temps que les rénovations à l'intérieur de la maison, la meilleure approche consiste à poser un nouveau pare-air-vapeur sous les solives du plafond.

5.2.2 Sceller les fuites d'air

Il serait bon de peindre le plafond avec deux couches de peinture à l'huile ou une couche de peinture pare-vapeur au latex pour empêcher les vapeurs de s'infiltrer. La peinture au latex ordinaire ne convient pas comme pare-vapeur.

Voir le chapitre 4 Mettre fin aux fuites d'air pour de l'information plus détaillée sur le colmatage des fuites d'air dans l'entretoit.

Poser du polyéthylène sur la partie supérieure des solives

Si l'entretoit n'est pas encombré par une cheminée, des colonnes de plomberie ou des membres de charpente, examinez la possibilité de poser le polyéthylène directement sur les solives du plafond. Cette méthode demande moins de joints, de produits de calfeutrage et d'agrafes que toutes les autres méthodes. Elle vous permet également de laisser l'isolant actuel en place. Cependant, il faut sceller toutes les fuites d'air avant d'étendre le polyéthylène.

Pour éviter d'emprisonner l'humidité entre le plastique et le plafond, ce qui pourrait entraîner la détérioration du bois et d'autres problèmes d'humidité, posez au moins deux fois la valeur isolante par-dessus le pare-air-vapeur (la règle un tiers-deux tiers). Ce qui signifie, par exemple, que si la solive est de 89 mm (3 1/2 po) de haut et contient une valeur RSI de 2,1 (R-12), il faut installer une valeur RSI d'au moins 4,2 (R-24) par-dessus le polyéthylène.

La principale difficulté que présente cette technique est de sceller le pare-air à la sablière du mur, surtout près du débord de toit où il y a si peu de place. Cette partie doit être bien scellée. Un isolant en mousse ou en panneaux rigides peut aider à combler le vide. Coupez les panneaux rigides pour qu'ils s'ajustent bien entre les solives du plafond et étendez-les à partir de la sablière du mur vers l'entretoit. Un autre panneau d'isolant rigide installé à la verticale joint

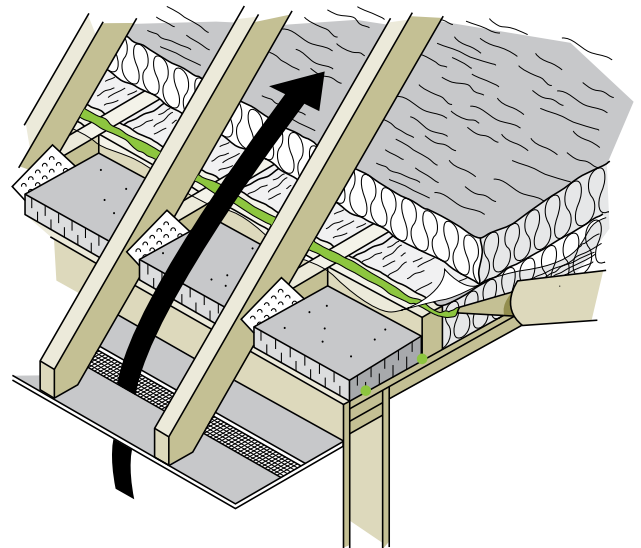
le polyéthylène aux panneaux rigides horizontaux. Scellez soigneusement les joints entre les matériaux avec un produit de calfeutrage. Utilisez des trousses de mousse expansive à vaporiser (ou retenez les services d'une entreprise spécialisée dans ce type d'isolation); vous serez assurés ainsi de sceller les espaces autour des solives et des panneaux.

Poser du polyéthylène entre les solives

Lorsque les obstacles rendent l'utilisation de la méthode précédente difficile, par exemple, un toit à fermes, posez un pare-air en polyéthylène ou un isolant en panneau à faible perméabilité entre les solives. Cependant, veuillez prendre note que ce processus prend beaucoup de temps et d'efforts.

Enlevez l'isolant de là où vous travaillez et mettez-le de côté. Coupez les panneaux pour qu'ils s'ajustent bien entre les fermes du toit. Calfeutrez tous les bords, les espaces et les joints. Vous devrez prévoir des trous dans l'écran pour les obstacles, comme les fils électriques; scellez-les ensuite soigneusement

Figure 5-9 Pose des feuilles de polyéthylène sur les solives de l'entretoit



Des panneaux rigides de mousse sont posés aux débords de toit afin de maintenir la surface de ventilation.

pour que le pare-air soit continu. Une autre option consiste à couper le polyéthylène en bandes d'environ 200 mm (8 po) plus larges que l'espace entre les solives. Posez du produit de calfeutrage sur le côté des solives sur toute leur longueur et posez le polyéthylène en l'agrafant directement dans le produit de calfeutrage tous les 75 mm (3 po). Voir la Figure 5-10.

Vaporiser de l'isolant en mousse entre les solives

Un entrepreneur peut pulvériser de l'isolant en mousse à alvéoles fermées entre les solives afin d'étanchéiser le plafond tout en augmentant le niveau d'isolation. Il faut d'abord enlever tout isolant en place et toute poussière pour que l'isolant adhère bien. Il faut pulvériser au moins 50 mm (2 po) d'isolant que vous pourrez recouvrir d'un autre matériau isolant éventuellement.

Vaporiser de l'isolant en mousse sous le toit

Cette méthode consiste à pulvériser un isolant en mousse à alvéoles fermées directement sous

la surface du toit, immédiatement à la jonction du plafond et des murs extérieurs. Cette façon de faire élimine toute ventilation du toit et crée un toit chaud; l'espace de l'entretoit devient partie intégrante de l'espace d'air conditionné (chauffé et climatisé) de la maison. Un tel processus peut convenir à certains entretoits mais, pour en être certain, ne procédez pas avant d'avoir obtenu l'autorisation de l'inspecteur en bâtiment, et retenez les services d'un entrepreneur accrédité, spécialiste de cette méthode d'isolation.

5.2.3 Pose de l'isolant

Les isolants plus couramment utilisés dans les entretoits accessibles sont l'isolant en matelas ou en rouleau et l'isolant en vrac. S'il y a beaucoup d'obstacles au-dessus des solives, comme un toit à fermes, il peut être plus facile de poser de l'isolant en matelas entre les solives pour ensuite mettre de l'isolant en vrac par-dessus celles-ci et autour des obstacles afin de créer une couverture d'isolation complète. L'isolant en vrac est aussi très convenable, particulièrement si l'espace est irrégulier ou plein d'obstacles.

Isolant en rouleau ou en matelas

Mettez en place l'isolant en matelas en l'ajustant bien entre les solives, sans le comprimer. Si l'espace entre les solives n'est pas standard, c'est-à-dire 400 ou 600 mm (16 ou 24 pouces), coupez les matelas isolants pour bien les ajuster ou utilisez de l'isolant en vrac.

Voici d'autres conseils pour faciliter la pose.

- Assurez-vous que les matelas isolants sont bien aboutés.
- L'isolant devrait couvrir la sablière des murs extérieurs sans bloquer le passage de l'air. Pour ce faire, laissez un espace de 38 à 50 mm (1 ½ à 2 po) entre le dessus de l'isolant et le dessous du recouvrement du toit. Pour empêcher que cet espace ne soit bloqué, utilisez des déflecteurs entre les chevrons (voir la Figure 5-11).

Figure 5-10 Isolant en panneaux posé entre les solives et calfeutré pour servir de pare-air-vapeur

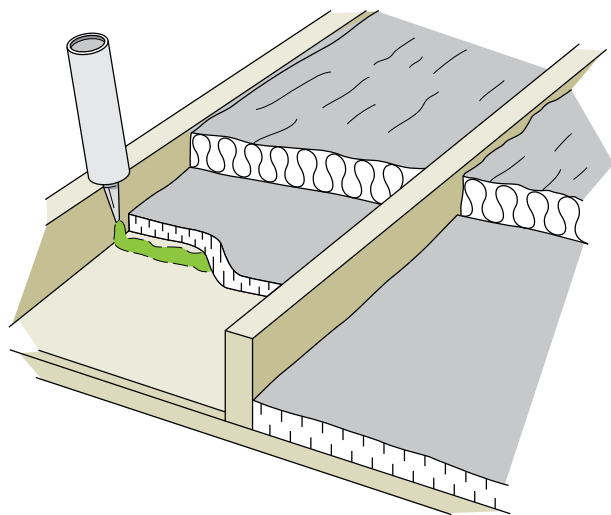


Figure 5-11 Les déflecteurs peuvent assurer la circulation d'air à partir des événements de débord de toit

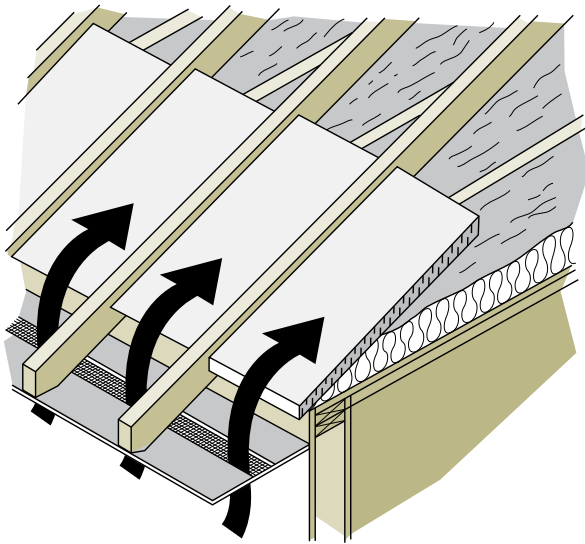
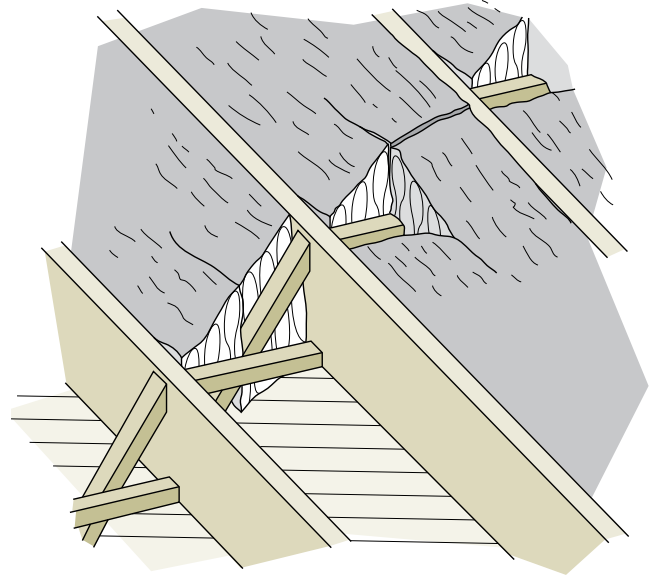
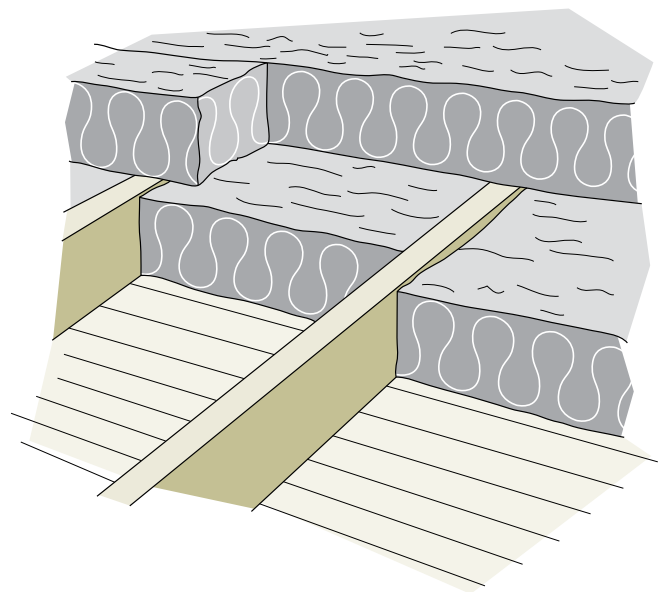


Figure 5-12 Ajustement de l'isolant autour des contreventements transversaux



- Ajustez bien l'isolant sur le dessus et sous les contreventements transversaux, en découpant au besoin le matelas pour l'ajuster autour du contreventement transversal, tel qu'illustré à la Figure 5-12. Vous pouvez aussi découper un matelas en une série de cales que vous mettrez ensuite sous chaque contreventement. Peu importe la méthode employée, ne comprimez pas l'isolant.
- La première couche d'isolant doit être assez épaisse pour combler entièrement l'espace entre les solives. La deuxième couche doit ensuite être posée perpendiculairement en travers des solives de manière à empêcher la chaleur de passer (voir la Figure 5-13). Il faut veiller à ne laisser aucun espace entre les deux couches d'isolant.
- Remplissez de morceaux de matelas ou d'isolant en vrac les espaces ou vides difficiles à isoler.
- L'isolant en rouleau se pose essentiellement de la même façon que l'isolant en matelas. On peut le couper d'avance avec un couteau ou le tailler au

Figure 5-13 La couche d'isolant du dessus est posée perpendiculairement à la couche du dessous



fur et à mesure qu'on le pose. Commencez à une extrémité de l'entretoit et déroulez l'isolant.

Isolant en vrac

- L'isolant en vrac peut être versé à la main ou soufflé sur le pare-air-vapeur dans une quantité suffisante pour recouvrir entièrement les solives. Vous pouvez poser vous-même l'isolant en vrac avec du matériel loué ou faire appel à un entrepreneur qualifié.
- Avant d'ajouter l'isolant, clouez suffisamment de bouts de bois perpendiculairement aux solives ou faites des marques très visibles au marqueur sur les fermes de toit pour vous aider à juger de la profondeur de l'isolant. Maintenez une profondeur égale dans tout l'entretoit en étendant l'isolant à l'aide d'un bout de planche ou d'un râteau (voir la Figure 5-14).
- Remplissez tous les recoins.
- Près du débord du toit, veillez à ce que l'isolant n'obstrue pas la ventilation. Empêchez l'isolant de glisser dans le débord en installant des panneaux isolants ou encore des écrans de bois avant de commencer les travaux. Les marchands de matériaux de construction vendent des déflecteurs en mousse plastique ou en carton qu'on peut agraffer entre les chevrons (voir la Figure 5-11). Assurez-vous que l'isolant s'étend suffisamment loin pour couvrir le haut des murs extérieurs.
- Si l'épaisseur de l'isolant en vrac est supérieure à la hauteur des solives, construisez un cadre de bois autour de la trappe d'accès de l'entretoit afin de pouvoir mettre de l'isolant jusqu'au bord (voir la Figure 4-7).
- Les sacs d'isolant indiqueront le nombre de mètres carrés (pieds carrés) que chaque sac peut remplir pour obtenir la valeur RSI exigée. Calculez les dimensions de l'entretoit pour déterminer le nombre de sacs requis.

Figure 5-14 Pose de l'isolant en vrac



Notez les points de repère pour l'épaisseur de l'isolant à atteindre.

- Si vous embauchez un entrepreneur pour effectuer les travaux, calculez la valeur RSI que vous désirez et vérifiez les sacs d'isolant qui seront utilisés. Ils devraient indiquer la surface qu'un sac peut couvrir pour une certaine valeur isolante. Vous devrez alors vous entendre avec l'entrepreneur sur le nombre de sacs à utiliser, la valeur isolante prévue et l'épaisseur minimum d'isolant d'un bout à l'autre de l'entretoit, selon la densité visée.
- N'oubliez pas de sceller la trappe d'accès à l'entretoit (voir la Figure 4-7).
- Il faut aussi calfeutrer et isoler les murs mitoyens qui séparent les maisons en rangée (voir la section 5.1 Renseignements généraux pour tous les entretoits).
- Ne recouvrez pas les plafonniers encastrés à moins qu'ils aient été installés dans les boîtiers autorisés.

5.2.4 Ventilation

Idéalement, les ouvertures d'aération devraient être des événements de sous-face continus dans une proportion de 50 p. 100 et l'autre moitié devrait être constituée d'évents de pignon, de faîte ou de toiture. La Figure 5-15 montre divers types d'évents. N'importe lequel de ces événements convient s'il est placé de pair avec des événements de débord de toit (sous-face). Il est préférable d'utiliser des événements de faîte là où c'est pratique de le faire, mais ils doivent être munis de déflecteurs pour faire dévier le vent du toit et empêcher l'infiltration d'eau et de neige. Parfois, une maison n'est dotée que d'évents de sous-face. Il faut alors installer des événements de pignon, de faîte ou de toiture afin de bénéficier d'une ventilation croisée.

5.3 MAISON COMPORTANT UN ÉTAGE MANSARDÉ

L'entretoit des maisons comportant un étage mansardé est composé de plusieurs petites sections

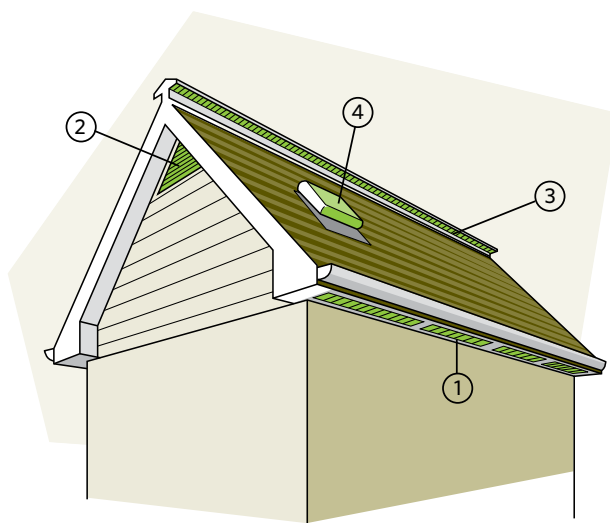
qui sont parfois peu accessibles et difficiles à étanchéiser et à isoler. Si vous ne pouvez accéder à ces endroits, vous devrez probablement avoir recours aux services d'un entrepreneur. Par contre, si vous pouvez y accéder, vous pourrez procéder de la façon décrite ci-après.

5.3.1 Contrôle de l'air et de la vapeur

Si vous avez accès à l'entretoit, suivez les directives pour le contrôle du flux d'air et de vapeur données à la section 5.2 Entretoits facilement accessibles.

Les maisons à étage mansardé présentent une source importante de fuites d'air qu'il ne faut surtout pas négliger : les solives du plafond situées directement en dessous du mur nain (voir la Figure 5-17). Ces espaces de fuites d'air importants doivent être scellés à l'aide d'un isolant aligné au fini du mur nain. Coupez et ajustez des panneaux d'isolant

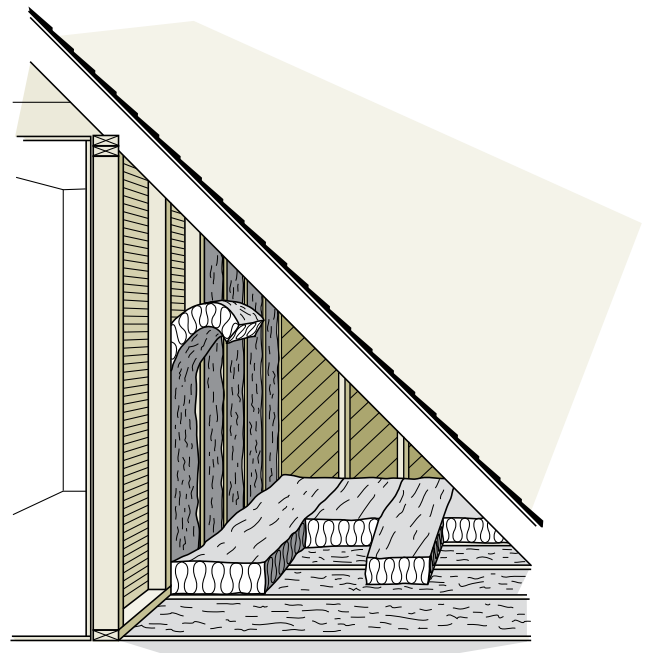
Figure 5-15 Ventilation du toit



Différents types d'évents :

- | | |
|----------------------|---------------|
| 1. de débord de toit | 3. de faîte |
| 2. de pignon | 4. de toiture |

Figure 5-16 Les murs et le plancher d'une maison à étage mansardé devraient être isolés



rigides qui rempliront les espaces entre les solives du plafond et scellez-les en place au moyen d'un produit de calfeutrage ou d'une mousse à vaporiser.

Une autre option pourrait être de remplir d'isolant en vrac l'espace entre les planches de plancher et le plafond en-dessous, tout en prenant garde de poser au préalable un pare-air.

5.3.2 Ventilation

Aérez séparément l'entretoit au-dessus et à côté de l'étage supérieur en utilisant des événements de pignon. Placez les événements pour empêcher le vent de souffler à travers l'isolant.

Il est possible aussi d'utiliser des événements de pignon dans l'entretoit situé au-dessus du plafond et des événements de débord sur les côtés. C'est une bonne solution s'il y a déjà des événements de débord en place (voir la Figure 5-19). Une ventilation entre les chevrons permettra à l'air de circuler librement entre les endroits isolés.

Figure 5-18 Chaque section a sa propre ventilation transversale

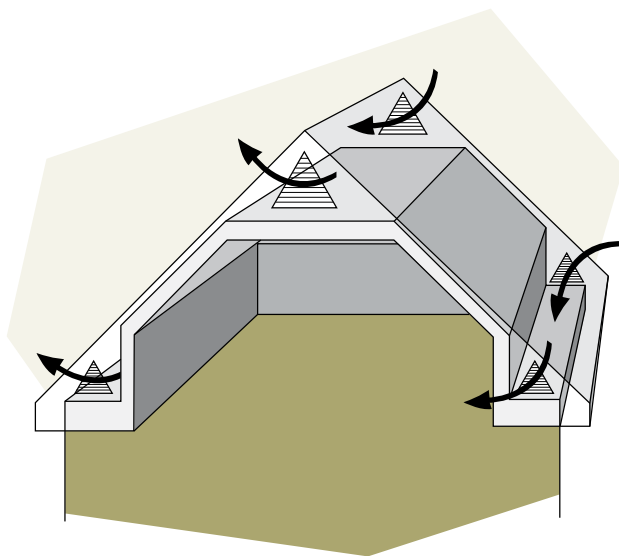
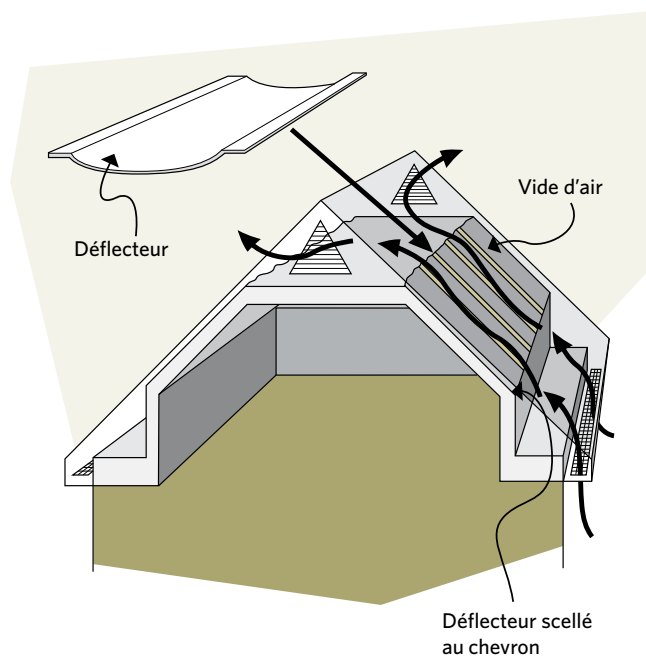
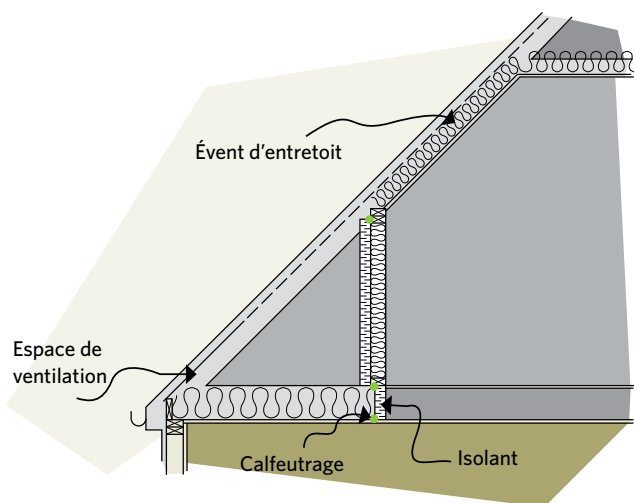


Figure 5-19 La ventilation se fait entre les sections grâce aux événements d'entretoit installés entre les chevrons

Figure 5-17 De l'isolant rigide peut être cloué par-dessus les poteaux d'ossature du mur nain



Sinon, vous devrez poser des événements d'entretoit permettant une bonne circulation d'air le long des chevrons (voir la Figure 5-18 et la Figure 5-19). Ces événements doivent se trouver du côté froid de l'espace, alors que le côté chaud peut être rempli d'isolant qui peut être ajouté à la partie inclinée du plafond, à moins que d'autres arrangements soient prévus lors des travaux de rénovation.

5.3.3 Isolation

Vous pouvez utiliser de la mousse à vaporiser ou des panneaux d'isolant rigides, mais les matelas isolants sont moins chers à l'achat et plus faciles à manipuler dans les espaces limités. S'il y a des prises de courant (soyez prudent afin d'éviter les chocs et saisissez cette occasion pour améliorer le filage dans cette section!) ou des tuyaux dans le mur nain, assurez-vous qu'ils demeurent du côté chaud du pare-air-vapeur et de l'isolant, et que le pare-air-vapeur est bien scellé autour de ces obstacles.

- Pour l'isolant du plancher de l'entretoit derrière le mur nain ainsi que du plafond au-dessus de l'étage mansardé (voir la Figure 5-17), il faut procéder de la façon décrite aux pages précédentes pour les entretoits non aménagés; n'oubliez pas d'ajouter des joints d'étanchéité sous le mur nain.
- Isolez les murs pignon tel qu'indiqué au chapitre 7 L'isolation des murs. (Ce sont les murs pleine hauteur exposés à l'extérieur.)
- Pour le mur nain, on peut procéder à peu près de la même façon que pour l'isolation du plancher d'un entretoit non aménagé (voir la Figure 5-9), en tenant compte du fait qu'il s'agit ici d'une paroi verticale. Utilisez un pare-air-vapeur combiné fait de bandes de polyéthylène scellées entre chaque poteau. Vous pouvez également créer un pare-air en scellant toutes les fissures et ouvertures et en peignant un pare-vapeur sur la surface intérieure. Ensuite, posez de l'isolant entre les poteaux et retenez-le en place à l'aide de carton, de papier de construction, de feuilles de fibres d'oléfine ou d'un treillis métallique. Mieux encore, clouez un isolant en panneau de 25 mm

(1 po) ou plus sur le côté extérieur des poteaux pour maintenir en place l'isolant en matelas. Vous augmenterez ainsi la résistance thermique du mur et créerez une rupture du pont thermique. Dans l'entretoit, un mur adjacent à un espace chauffé peut aussi être isolé comme on le ferait pour un mur nain.

- On peut combler entièrement d'isolant la section des chevrons si toutes les entrées dans le plafond sont scellées et si les codes et normes de construction de la région le permettent (voir ce qu'on dit au sujet des toits chauds à la section 5.2.2 Sceller les fuites d'air, sous-section Vaporiser de l'isolant en mousse sous le toit). Le toit chaud pourrait comprendre le plafond incliné et le mur nain. Ce ne sera sans doute pas nécessaire dans la petite partie triangulaire supérieure de l'entretoit. Lorsque le plafond incliné est isolé, les espaces près du mur nain peuvent servir pour l'entreposage (comme c'est souvent le cas).
- L'isolant en panneau mousse exposé dans les espaces accessibles doit être recouvert d'un produit ignifuge.
- En raison de l'espace limité nuisant à l'isolation et à la ventilation du plafond incliné, envisagez d'ajouter des panneaux d'isolant rigides directement au plafond; étancheïsez puis couvrez de placoplâtre. Cette méthode améliorera grandement le degré de confort durant l'été et l'hiver, même si elle risque de diminuer le dégagement au-dessus de la tête.
- Certains entrepreneurs sont spécialisés dans l'isolation de mousse à haute densité; ce type d'isolation pourrait contribuer à réduire les fuites d'air tout en améliorant la valeur de résistance thermique.

Lucarne

Beaucoup de maisons comportant un étage et demi ou deux étages et demi sont dotées de lucarnes. On peut se servir de matelas pour l'isolation des murs de lucarne en posant l'isolant de la même façon que pour un mur nain. En règle générale,

les lucarnes sont formées de plusieurs éléments d'ossature qui limitent la quantité d'isolant qui peut être ajoutée. Outre l'étanchéisation à l'air, envisagez la pulvérisation d'isolant haute densité en plus de l'ajout de panneaux rigides et de placoplâtre afin de réduire le pont thermique.

Plancher de lames de bois

Dans certains cas, le sol de l'entretoit est recouvert d'un plancher, même si on ne l'utilise pas comme aire habitable. Vous pouvez l'isoler en enlevant les planches du plancher et en procédant comme s'il s'agissait d'un entretoit non aménagé, même s'il faudra peut-être remplacer certaines ou toutes les planches afin d'assurer la rigidité du plafond.

Vous pouvez aussi demander à un entrepreneur de combler les vides sous le plancher en injectant de l'isolant en vrac à haute densité par des trous d'accès. Il faut d'abord sceller les fuites d'air, comme celles qu'on trouve autour des colonnes de plomberie et des vides de l'avant-toit. Vous devriez convenir avec l'entrepreneur que tout l'espace soit comblé et à la bonne densité.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ : Avant d'isoler, vérifiez le câblage (remplacez les fils endommagés ou effilochés), la présence de plafonniers encastrés ou d'autres sources de chaleur en dessous du plancher. Il faut faire disparaître ces sources de chaleur ou les protéger de l'isolant.

Il ne sera probablement pas suffisant de combler seulement cet espace pour atteindre les niveaux minimums recommandés pour l'isolation de l'entretoit. Dans la mesure du possible, ajoutez de l'isolant sur les planches de bois pour qu'elles conservent leur chaleur et réduisent les ponts thermiques à travers les solives et les planches.

5.4 ENTRETOIT EXIGU, PLAFOND CATHÉDRALE ET TOIT PLAT

Cette section traite des moyens pour isoler ces endroits difficiles d'accès.

5.4.1 Entretoit exigu

Vous pouvez procéder de trois façons pour isoler un entretoit trop exigu pour qu'on puisse y travailler facilement :

- ajouter un isolant par-dessus le toit (voir la section 5.5 Barrières de glace);
- ajouter des panneaux d'isolant rigides et du placoplâtre au plafond, si le dégagement au-dessus de la tête le permet;
- demander à un entrepreneur de souffler de l'isolant en vrac à haute densité.

Les deux dernières méthodes peuvent être combinées. La première et la dernière méthode peuvent s'appliquer où il n'y a pas suffisamment de dégagement au-dessus de la tête.

Il est probable que l'installation d'un pare-air en feuilles soit impossible dans ce cas. S'il n'y en a pas déjà, il suffira de procéder à la pose de l'isolant sous réserve des conditions suivantes : il n'y a pas d'indice de problèmes d'humidité; le degré d'humidité dans la maison est raisonnable; et on a scellé toutes les fuites d'air du plafond. On peut obtenir une protection accrue en appliquant au plafond, qui est juste sous l'entretoit, de la peinture pare-vapeur au latex (demandez des conseils auprès de fournisseurs ou de fabricants de peinture) ou deux couches de peinture à l'huile.

Assurez-vous que l'entrepreneur empêche l'isolant de glisser dans le débord de toit, ce qui bloquerait la ventilation. S'il y a des plafonniers encastrés, une cheminée ou d'autres sources de chaleur dans l'entretoit, assurez-vous de prendre les précautions nécessaires pour éliminer tout risque d'incendie.

En général, il peut être assez compliqué d'assurer la bonne ventilation d'un entretoit exigu à cause du manque d'espace et de la difficulté à créer un courant d'air suffisant. Lorsque le toit s'étend au-delà des murs extérieurs, il est alors possible d'utiliser des événements sous le débord, de pair avec des événements de toiture ou de faîte.

De nombreuses maisons dotées d'entretoits exigus sont souvent caractérisées par l'absence totale de débords de toit. Dans ces cas, il faut s'attaquer à la ventilation avec prudence. Il vaut mieux sceller soigneusement le plafond sous l'entretoit, depuis l'intérieur de la maison, pour ensuite poser l'isolant sans ajouter d'événements supplémentaires.

Dans la mesure du possible, il faut vérifier l'entretoit durant ou juste après une période de temps froid en milieu d'hiver afin de voir s'il y a des problèmes d'humidité. Il faut s'attendre à trouver un peu de givre mais, s'il y en a trop, il faudra songer à ventiler l'entretoit, à localiser et à sceller toutes les fuites d'air, et à réduire le niveau d'humidité dans la maison.

Informez-vous auprès des autorités municipales en construction relativement aux procédés permis dans votre région.

5.4.2 Plafond cathédrale et toit plat

Il est probable que les travaux d'isolation soient difficiles dans le cas d'une maison pourvue (en totalité ou en partie) d'un toit plat, d'un plafond cathédrale ou de toute autre forme de toit ne laissant pas d'espace à l'entretoit, et vous devrez recourir aux services d'un entrepreneur qualifié.

Ces toits causent des problèmes en raison de l'espace limité pour l'isolant et la ventilation. En fait, s'il y a déjà de l'isolant dans l'espace entre les solives, il peut ne pas être avantageux d'en ajouter.

Toutefois, si vous décidez d'augmenter le niveau d'isolant, un certain nombre de solutions s'offrent à vous. Chacune peut causer des problèmes

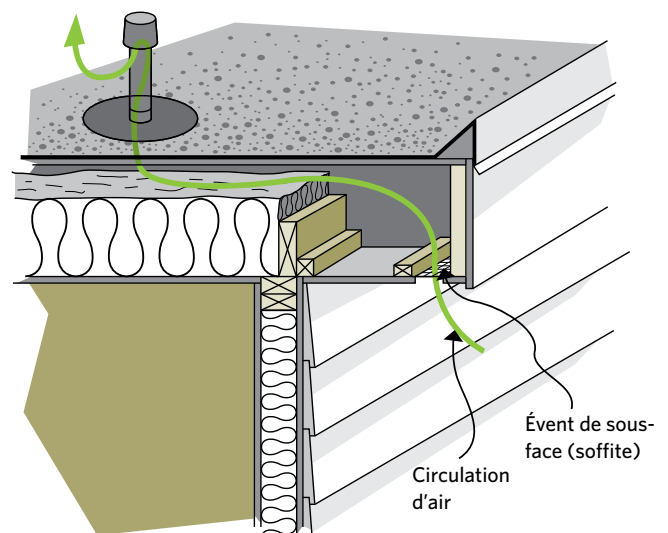
d'humidité ou des ponts thermiques pouvant réduire l'efficacité de votre isolant. Une méthode impliquant le soufflage d'isolant est abordée plus loin.

La section 5.6 Rénovations et réparations traite des travaux de rénovation intérieurs et extérieurs, y compris l'ajout d'un nouveau toit.

Vous pouvez embaucher un entrepreneur qui pourra combler l'espace laissé entre le plafond et le toit avec de la fibre cellulosique ou de verre injectée à haute densité, soit entre 56 et 72 kg/m³ (de 3 ½ à 4 ½ lb/pi³). La densité voulue devrait être calculée et confirmée par l'entrepreneur pour chaque cavité du toit à remplir.

On ne recommande généralement pas cette méthode puisqu'elle empêche toute forme de ventilation (vérifiez d'abord auprès des autorités municipales en construction). Toutefois, la haute densité de l'isolant et les fuites d'air scellées devraient réduire suffisamment le passage de l'air pour éliminer les problèmes de condensation.

Figure 5-20 Toit plat



Assurez-vous que les fuites d'air dans le toit sont scellées du dessous. C'est chose difficile à cause des fils et des colonnes de plomberie qui passent normalement en plusieurs endroits du plafond. De plus, il se peut que les cloisons ne soient pas complètement fermées dans le haut, laissant échapper de bonnes quantités d'air directement dans le plafond.

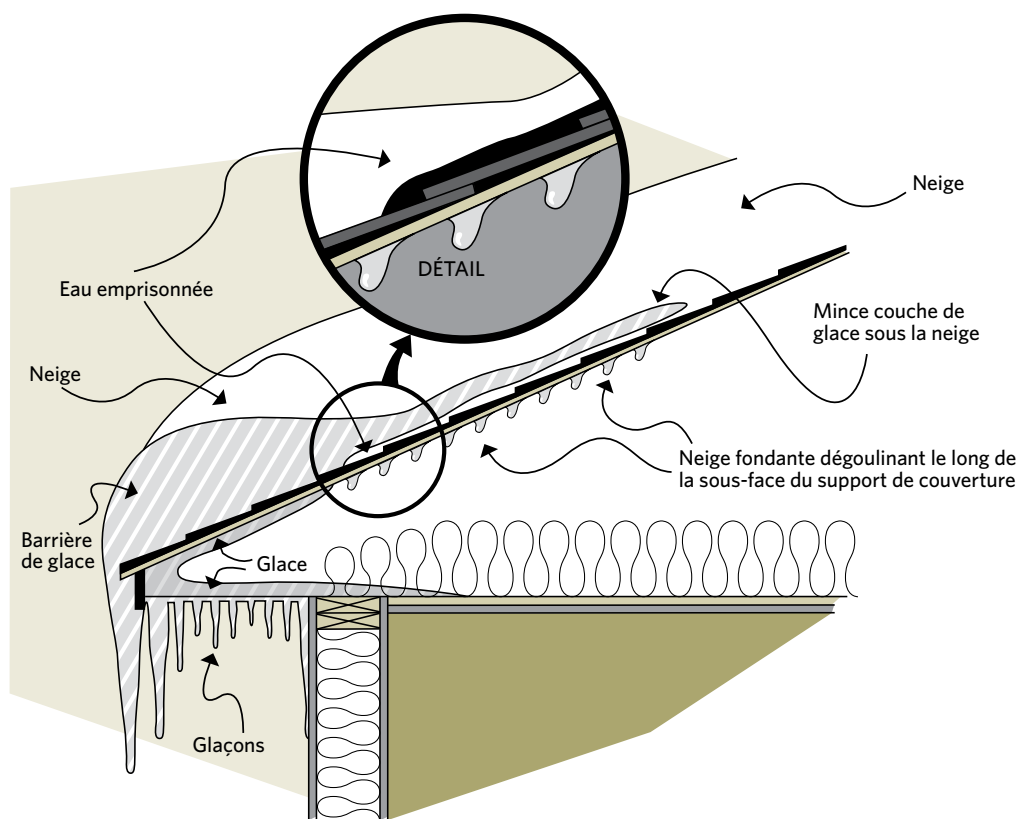
Lorsque les cloisons sont entièrement ouvertes dans le haut, la solution n'est pas facile, sauf si vous êtes prêt à combler entièrement les murs intérieurs d'isolant en vrac et à les sceller le long des boiseries, des prises de courant et des autres entrées.

5.5 BARRIÈRES DE GLACE

Les barrières de glace sont de grosses masses de glace qui s'accumulent généralement sur la partie inférieure d'un toit et dans les gouttières. Lorsque la neige fond (ou lorsqu'il pleut), l'eau coule sur le toit jusqu'à ces masses de glace et s'accumule parfois jusque sous les bardeaux avant de glisser dans l'entretoit.

Les barrières de glace se forment généralement lorsqu'il y a une bonne épaisseur de neige sur le toit. La neige comme telle, surtout lorsqu'une bonne couche s'est accumulée, peut agir comme un matériau isolant. Lorsque la température du vide sous toit monte au-dessus du point de congélation, le support de couverture se réchauffe, ce qui fait fondre la couche de neige en contact direct avec le toit. L'eau qui en résulte coule sur le toit jusqu'au surplomb.

Figure 5-21 Barrières de glace



Si l'air et le surplomb sont à une température inférieure à 0 °C (32 °F), l'eau qui y coule gèle et amorce le processus de formation d'une barrière de glace. En outre, les murs foncés exposés au sud et chauffés par les rayons du soleil peuvent créer des courants chauds de convection qui pénètrent par le surplomb puis dans l'espace sous le toit, provoquant la formation de barrières de glace.

5.5.1 Type de toit et formation de barrières de glace

En règle générale, les entretoits non isolés ne présentent pas de problème de barrière de glace parce que la chaleur qui passe par le vide sous toit aura tendance à faire fondre la neige au fur et à mesure qu'elle tombe sur le toit et préviendra toute accumulation importante. Par ailleurs, un vide sous toit bien scellé et isolé forme un toit froid qui ne présentera pas non plus de barrières de glace. Les barrières de glace sont plus fréquentes si la toiture présente beaucoup de noues et de lucarnes ou si le surplomb est d'une bonne dimension. Les types de toit plus complexes retiennent davantage la neige parce qu'ils sont plus susceptibles de former des ponts thermiques et de présenter des fuites d'air.

5.5.2 Repérer les endroits propices à la formation de barrières de glace

Pour trouver les endroits propices à la formation des barrières de glace, on peut observer en automne le toit à la première gelée importante, ou à la première chute de neige légère. Regardez à quel endroit fond la neige en premier et déterminez ce qui se trouve en dessous. Une observation fréquente dans ces conditions est une ligne horizontale de fonte qui traverse le toit d'une maison à étage mansardé, à l'endroit où le mur nain touche au plafond. On peut également percevoir une zone de fonte au-dessus d'un conduit de ventilateur d'extraction perçant l'entretoit et donnant sur l'extérieur, d'un évier de plomberie, d'un puits de lumière ou au-dessus d'une trappe d'accès mal isolée. La meilleure méthode à employer pour prévenir les barrières de glace

consiste à sceller toutes les fuites d'air de l'entretoit et à isoler à fond.

Les revêtements de mur foncés peuvent également absorber la chaleur solaire et produire des courants chauds de convection qui risquent de provoquer la formation de barrières de glace. L'étanchéisation des événements de soffite (sous-face) peut contribuer à atténuer le problème. Toutefois, une autre source de ventilation pourrait être nécessaire pour assurer que l'espace dans l'entretoit est suffisamment aéré.

5.5.3 Traiter les espaces restreints dans l'entretoit

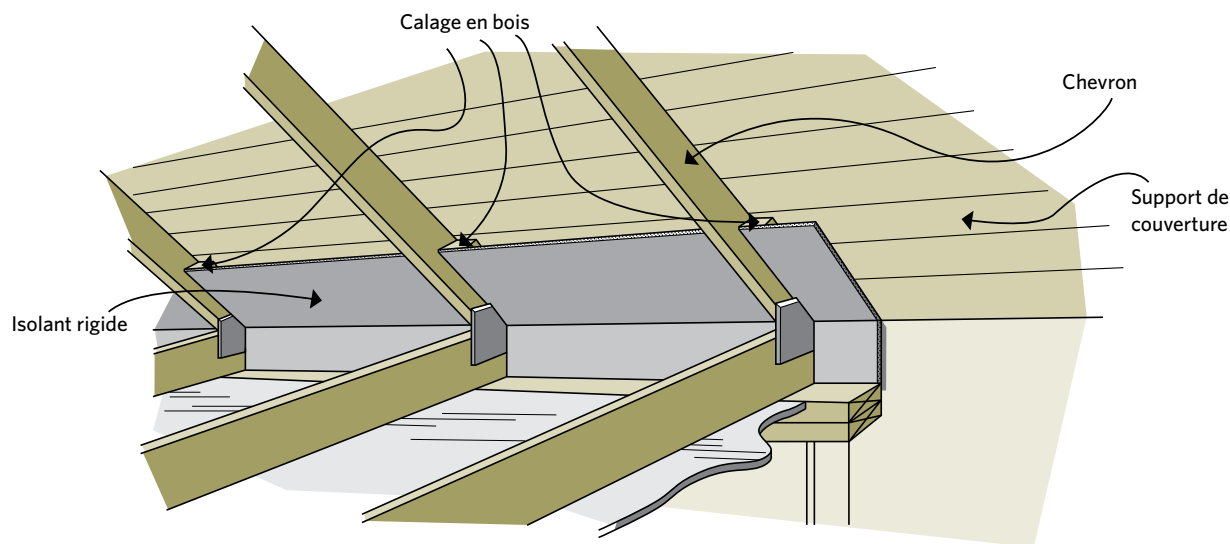
Bien des entretoits, y compris ceux dont le toit possède une faible pente, n'offrent pas assez d'espace pour assurer une bonne isolation sur le pourtour du plancher. Si l'isolant du soffite requiert un déflecteur pour maintenir un espace de ventilation contre le support de couverture, on ne disposera souvent que de 100 mm (4 po) d'espace pour l'isolation. Ce niveau limité d'isolation permettra la fonte de la neige juste au-dessus du surplomb et entraînera la formation de barrières de glace.

Essayez de réaliser la meilleure isolation possible à cet endroit pour réduire les pertes de chaleur. La mousse pulvérisée est idéale, car elle scelle en plus d'isoler. Des morceaux de polystyrène extrudé peuvent aussi être utiles. Posez un morceau de polystyrène extrudé à 25 mm (1 po) du support de couverture afin de maintenir un espace pour l'air de ventilation et remplissez l'espace entre ce panneau et le plancher du vide sous toit avec un bon isolant en panneau rigide (voir la Figure 5-22).

5.5.4 Plafonds cathédrale

Les problèmes de barrières de glace causées par les plafonds cathédrale sont plus difficiles à régler parce que ces plafonds sont plus difficiles d'accès. Les mêmes principes s'appliquent pour en prévenir la formation, soit d'arrêter les fuites d'air, d'améliorer l'isolation et peut-être améliorer la ventilation du

Figure 5-22 Création d'un espace de ventilation à l'aide d'isolant rigide



toit. La meilleure façon de régler les problèmes de barrières de glace à cause d'un plafond cathédrale s'avère généralement de retenir les services d'un entrepreneur qui isolera l'espace au moyen d'un isolant à haute densité ou de refaire la toiture.

5.5.5 Installation d'un nouveau toit

Si vous refaites la toiture, enlevez le matériau couvrant le toit et le support de couverture, scellez et remplissez les cavités avec de l'isolant, puis installez le nouveau matériau de couverture, y compris la membrane antiglace. Un toit bien scellé n'a pas besoin de ventilation ou très peu. Si vous n'êtes pas certain de la qualité de l'étanchéité, laissez un canal de ventilation sous le support de couverture, du soffite au faîte. Parfois, on peut ajouter de l'isolant au plafond par l'intérieur, quoique cette façon de procéder n'empêche pas les fuites d'air.

Une autre mesure pour prévenir les barrières de glace consiste à rendre le toit imperméable en utilisant une membrane auto-scillante sous les

bardeaux. Les codes du bâtiment exigent l'emploi de ce genre de membrane sur la partie inférieure du toit des maisons neuves. Ces membranes n'empêchent pas la formation de barrières de glace, seulement l'infiltration de l'eau à travers la couverture et dans la maison. Vous risquez donc de voir apparaître encore des barrières de glace qui peuvent endommager les bardeaux et les gouttières.

5.5.6 Solutions rapides et leurs inconvénients

Il existe des solutions plus rapides qui sont populaires, mais elles comportent tout de même quelques inconvénients.

- Vous pouvez attacher des câbles électriques qui serviront à faire fondre des bouts de glace, ce qui permet parfois d'atténuer le problème, mais ils consomment d'importantes quantités d'énergie électrique et ne sont guère esthétiques.
- On peut aussi enlever les gouttières pour les empêcher d'emprisonner la glace, mais les gouttières ont pour fonction d'empêcher l'eau de ruissellement d'atteindre la fondation.

- S'attaquer aux barrières de glace chaque hiver armé d'une hache ou d'un pic à glace est la meilleure façon d'endommager la surface du toit.
- Bien que l'enlèvement de la neige ou de la glace sur le toit puisse aider, ce n'est pas un exercice des plus simples ni des plus sécuritaires.
- Pour certaines maisons âgées à la toiture complexe, il peut être impossible d'éliminer complètement les barrières de glace sans recourir à plusieurs méthodes différentes.

Toutefois, pour la plupart des maisons, il est préférable d'empêcher la chaleur de pénétrer dans l'entretoit en donnant au plafond une bonne étanchéité à l'air et une bonne isolation.

5.6 RÉNOVATIONS ET RÉPARATIONS

Les travaux de rénovation ou les réparations donnent l'occasion de bien isoler le plafond et les murs de l'entretoit et de poser un pare-air-vapeur efficace.

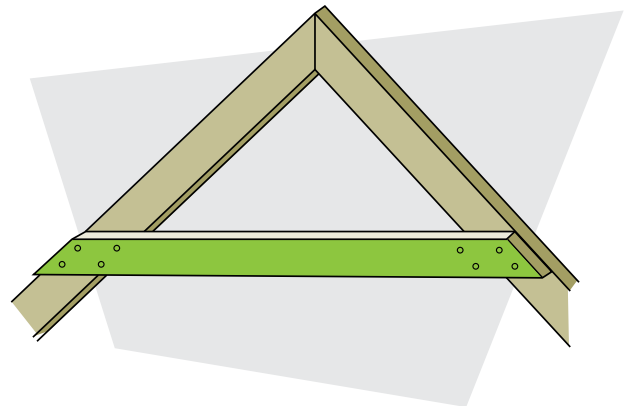
De nos jours, beaucoup de gens transforment l'entretoit de leur maison en espace habitable. Selon la profondeur de l'espace entre les chevrons, il peut être difficile d'obtenir les valeurs RSI recommandées pour l'isolation d'un entretoit. Si vous décidez d'isoler votre entretoit, vérifiez les exigences en vertu des codes du bâtiment de votre localité puis prenez les mesures suivantes.

- Installez un entrain retroussé entre chaque paire de chevrons (voir la Figure 5-23). Ces entrains serviront de renfort à la fois pour le toit et le nouveau plafond.
- Assurez-vous que l'isolant installé entre les chevrons s'ajuste bien en haut des murs, de façon à créer une enveloppe thermique continue. Il ne doit y avoir aucun espace autour du périmètre du plancher de l'entretoit, sinon la chaleur s'échappera et il pourrait se produire une accumulation de glace à proximité du débord de toit. Dans la plupart des cas, il devrait être possible d'isoler

chacun des espaces des chevrons jusqu'au débord de toit au-dessus du haut du mur extérieur. Laissez un espace entre le dessus de l'isolant et le dessous du revêtement du toit pour permettre à l'air de circuler. Scellez tout évent de toiture dans les sections de l'entretoit qui ne sont pas chauffées.

- Agrafez un pare-air-vapeur de polyéthylène en continu aux chevrons et aux montants, puis scellez les joints et les bords avec de la pâte acoustique.
- Si l'entretoit n'est pas trop exigu, pensez à ajouter des fourrures sur la partie inférieure des chevrons et sur les poteaux d'ossature des murs pour permettre la pose de plus d'isolant (jusqu'au niveau minimum recommandé pour l'isolation de l'entretoit, si possible). Après avoir posé de l'isolant dans l'espace existant, clouez ou vissez des fourrures (2 x 2 ou 2 x 3) perpendiculairement aux chevrons et aux poteaux. Espacez les fourrures en fonction de la largeur de l'isolant que vous poserez. Toutefois, les fourrures ne doivent pas être espacées de plus de 610 mm (24 po) – mesurées de centre à centre –, sinon vous éprouverez des difficultés à fixer la finition intérieure. Placez ensuite l'isolant entre les fourrures couvrant tous les chevrons et poteaux. Enfin, agrafez aux fourrures un

Figure 5-23 Les entrains retroussés apportent un soutien additionnel



pare-air-vapeur de polyéthylène en continu et bien scellé. Autrement, fixez solidement de l'isolant en panneau rigide de 25 à 50 mm (1 à 2 po) aux chevrons et aux poteaux, scellez ou installez un pare-vapeur puis couvrez à l'aide d'un matériau de finition approuvé (p. ex., du placoplâtre).

- Posez l'isolant entre les entrants retroussés par-dessous de la même façon et appliquez en dernier un pare-air-vapeur de polyéthylène en continu. Si les entrants retroussés ont déjà été isolés et s'il y a accès à la portion du haut, alors vous pouvez ajouter de l'isolant comme pour les entretoits ordinaires.

5.6.1 Plafond suspendu

Lorsqu'il y a assez d'espace, la construction d'un plafond suspendu pour retenir l'isolant constitue une excellente façon d'améliorer l'isolation thermique d'un plafond cathédrale ou d'un toit plat, surtout si vous planifiez ces travaux dans le cadre de vos rénovations. Voici quelques façons de procéder.

- Construisez un nouveau plafond directement en dessous du plafond actuel. Si les solives ou les poutres du toit sont exposées à des fins de décoration, il pourrait être possible de fermer l'espace, ce qui créera ainsi un nouveau plafond. Vous pouvez poser de l'isolant rigide ou en matelas dans l'espace avant d'installer un pare-air-vapeur continu et un nouveau plafond. Dans tous les cas, vous devez empêcher l'air chaud de s'infiltrer dans la nouvelle cavité et de contourner l'isolant. Scellez le périmètre du nouveau plafond ainsi que toutes les fuites d'air possibles dans les cloisons.
- Après avoir enlevé le plafond, rallongez les chevrons ou les fermes de toit en place pour permettre l'ajout de plus d'isolant. Installez, sur les chevrons existants, des fourrures perpendiculairement à ceux-ci ou prolongez la cavité des chevrons avec des goussets en contre-plaqué et des 2 x 4 (voir la Figure 5-24).

Bien qu'il ne soit pas nécessaire de retirer le revêtement intérieur et d'exposer les chevrons et la partie supérieure des murs lorsque vous construisez un nouveau plafond, il est recommandé de le faire. Cela vous permet de colmater les fuites d'air, de vérifier l'état de l'isolant et de voir s'il existe un pare-vapeur.

- Fixez mécaniquement l'isolant en panneaux directement sur la structure du plafond existant. Même si cette technique cause moins de dégâts et requiert moins de temps que celle où l'on doit retirer le plafond, elle rendra plus difficile l'accès à l'espace entre le plafond et le plancher de l'entretoit (pour installer, par exemple, des appareils d'éclairage encastrés). Si l'isolant en panneaux agit également comme pare-air, assurez-vous que les panneaux sont bien ajustés et les joints bien scellés. Rallongez les fils des appareils d'éclairage pour qu'ils s'adaptent à la profondeur du nouveau plafond.

5.6.2 Ajout d'un nouveau toit

Il est également possible de poser de l'isolant sur un plafond ou un toit existant. Cette solution convient le mieux aux plafonds cathédrale et aux toits plats lorsque des travaux de rénovation extérieurs importants, comme l'installation d'un nouveau toit, sont requis. Il en coûtera plusieurs milliers de dollars pour étanchéiser, installer un nouvel isolant, un nouveau revêtement, des bardeaux sur le toit et remplacer les gouttières, sous-faces et bordures de toit, et éliminer les déchets. Vous devrez probablement retenir les services d'un entrepreneur qualifié.

Une façon de procéder consiste à installer de l'isolant en panneau rigide sur le toit existant (voir la Figure 5-25). La valeur RSI plus élevée de l'isolant rigide signifie une augmentation moindre dans l'épaisseur du toit, bien que plusieurs couches d'isolant devront sans doute être posées pour obtenir la valeur RSI souhaitée.

Figure 5-24 En rallongeant les chevrons, on a plus d'espace pour l'isolant et la ventilation

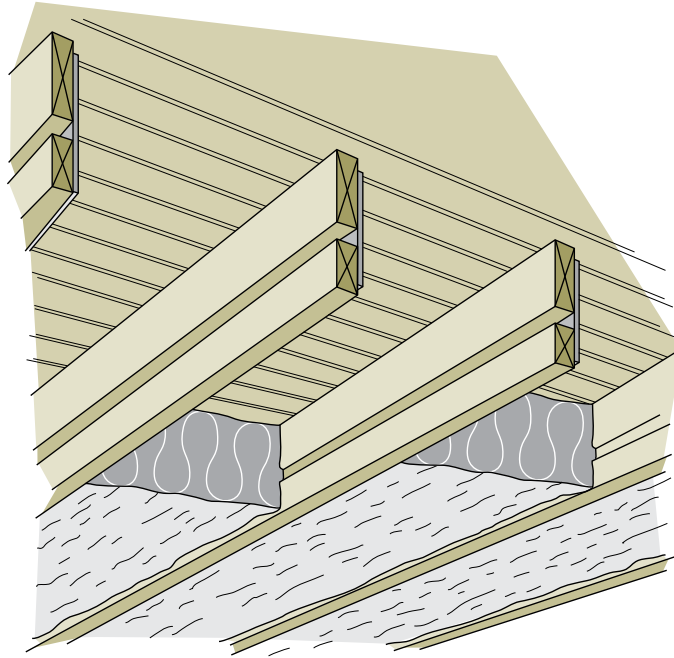
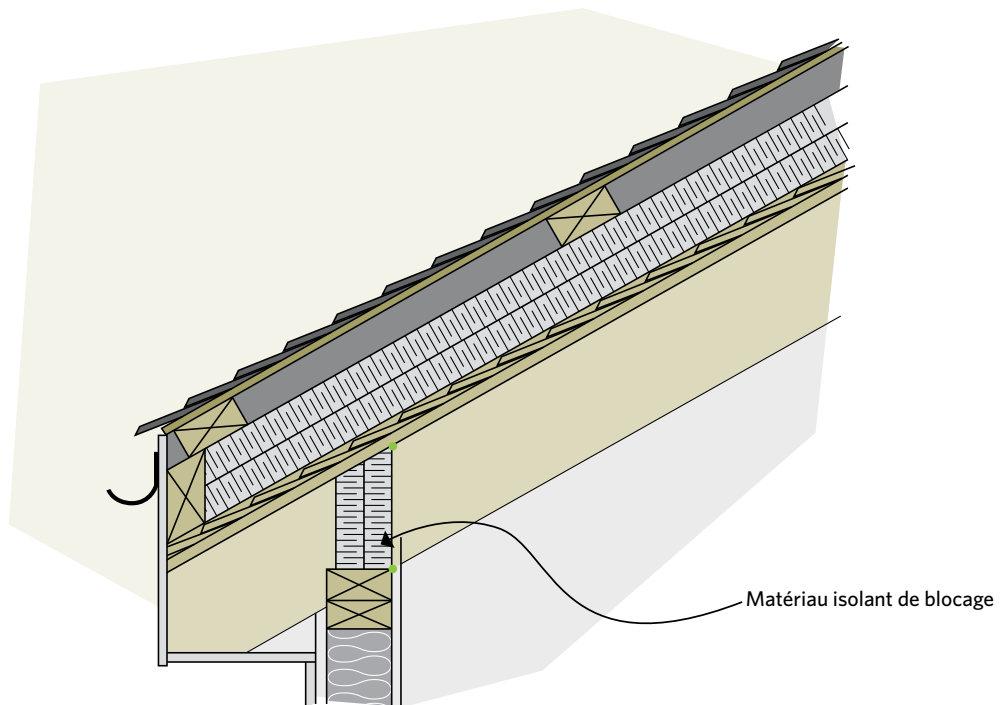


Figure 5-25 Un nouveau toit isolé peut être construit sur l'ancien



Il faut d'abord placer une feuille de polyéthylène sur le toit existant pour fournir un pare-air-vapeur en suivant la règle un tiers-deux tiers. Vous pouvez également pulvériser une couche de mousse à alvéoles fermées ou poser des panneaux rigides peu perméables dont les joints sont scellés pour empêcher les fuites d'air. Cette étape n'est pas nécessaire s'il y a déjà un pare-air.

Il est important d'isoler (de bloquer) et de sceller les fuites d'air entre les solives le long du périmètre du toit. Cette mesure aide à prévenir la sortie de l'air chaud autour de l'isolant. Alignez le matériau de blocage au fini intérieur du mur extérieur et calfeutrez généreusement tous les joints. Vous pouvez aussi retenir les services d'un entrepreneur spécialiste de la mousse à pulvériser qui saura étanchéiser et bloquer ces espaces importants.

Une autre façon consiste à construire un toit sur le toit existant et à le remplir d'isolant en matelas ou à y souffler de l'isolant en vrac. Assurez-vous que le pare-air-vapeur est bien scellé. L'ajout d'un nouveau toit peut augmenter considérablement la charge de tout l'assemblage; il faut donc le faire en respectant les exigences des codes de votre localité.

Pour être efficace avec cette méthode, il faut poser de nouvelles fermes de toit ou des traverses (aussi appelées pannes), c'est-à-dire des membrures posées à l'horizontale sur les chevrons, à la longueur du toit. Une fois les pannes posées, il faut installer les nouveaux chevrons et ensuite l'isolant de façon à empêcher la circulation d'air et à rompre les ponts thermiques. Laissez assez d'espace au-dessus de l'isolant et au-dessus du nouveau chevron de toit pour la ventilation.

Emprisonnons la chaleur

6 L'isolation des sous-sols

6.1 Isolation du sous-sol de l'extérieur

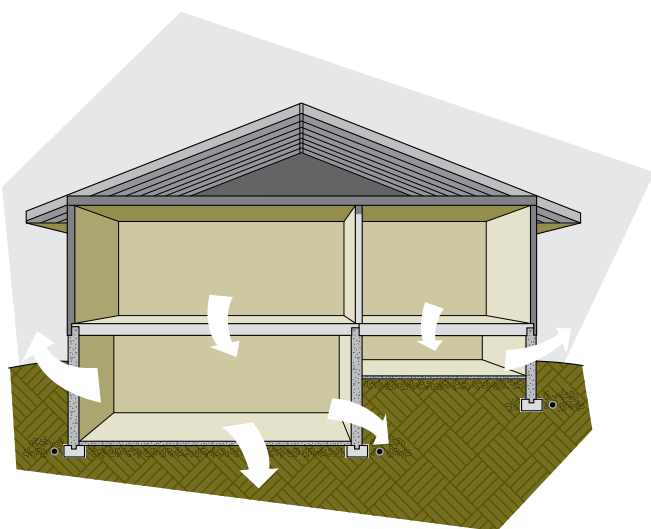
6.2 Isolation du sous-sol de l'intérieur

6.3 Vides sanitaires

6.4 Vides hors-sol

6.5 Dalles en béton sur terre-plein

Figure 6-1 Pertes de chaleur par le sous-sol



L'ISOLATION DES SOUS-SOLS

Le sous-sol représente environ 20 p. 100 de toutes les pertes thermiques d'une maison, notamment en raison de sa surface étendue et non isolée au-dessus et au-dessous du niveau du sol. Contrairement à la croyance populaire, le sol est un très mauvais isolant. Il y a également beaucoup d'air qui s'infiltre par les fenêtres et les entrées du sous-sol (surtout par les fissures) et le haut du mur de fondation (la lisse basse et la solive de bordure).

De nombreux sous-sols sont peu ou pas du tout isolés; il y a donc place pour une amélioration. L'isolation peut être faite en même temps que d'autres réparations ou rénovations, comme l'imperméabilisation, la correction d'un problème lié au radon ou l'aménagement du sous-sol.

Types de sous-sols

Le type de sous-sol le plus courant est celui pleine hauteur, comportant principalement des murs de fondation sous le niveau du sol pour soutenir la structure de la maison. Bon nombre de maisons ont été construites sur des fondations de profondeur partielle qui créent un vide sanitaire sous la maison. Certaines vieilles maisons, maisons mobiles ou certains chalets sont bâtis sur des poteaux et piliers, ce qui crée un espace ouvert ou fermé sous la maison. D'autres maisons sont construites sur des dalles sur le sol où il n'y a ni sous-sol ni vide sanitaire.

i) Fondations en béton

Les fondations en blocs de béton ou en béton coulé existent depuis les années 1920 et ont habituellement du crépi, un enduit à l'épreuve de l'humidité et des drains de semelle à l'extérieur. Cependant, les fondations qui datent de plus de 20 ans pourraient avoir besoin d'être réparées. Ce type de sous-sol peut être isolé de l'extérieur ou de l'intérieur dans la mesure où il n'y a pas de problèmes graves d'infiltration d'eau ou de charpente.

ii) Maisons neuves ou nouvelles fondations sous de vieilles maisons

Si la maison est neuve ou a été soulevée pour être posée sur une nouvelle fondation, attendez au moins un an pour permettre le séchage avant d'isoler ou de rénover. Comme le béton affiche un taux élevé d'humidité, il est préférable de le laisser sécher avant de poser un isolant ou de finir le sous-sol, à moins que le moyen employé puisse contrer un tel taux d'humidité.

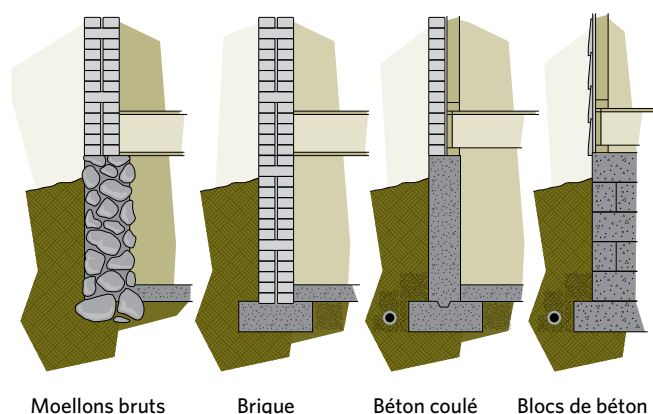
iii) Fondations plus vieilles en moellons bruts, en briques ou en pierres

Les fondations plus vieilles sont souvent inégales, et leur profondeur et épaisseur peuvent varier. Ces fondations ont rarement été recouvertes d'un enduit à l'épreuve de l'humidité; certaines ont un canal de drainage intérieur et elles contiennent toutes une grande quantité de mortier qui absorbe l'eau du sol. Il est préférable d'isoler ces sous-sols de l'extérieur, mais il est aussi possible de procéder par l'intérieur. Demandez toujours les conseils d'un spécialiste avant d'entreprendre des travaux de rénovation.

iv) Autres types de fondations

Bon nombre de maisons récentes ont des fondations en bois traité. Le bois est généralement étanche à l'humidité et ces sous-sols sont habituellement entièrement isolés.

Figure 6-2 Types de fondation



Évaluation du sous-sol

Avant de commencer les travaux, examinez attentivement l'état de votre sous-sol. Voici quelques-uns des problèmes qui peuvent nécessiter votre attention.

i) Fuites d'eau

Il faut remédier au problème des fuites d'eau importantes, comme les fuites persistantes et les inondations au printemps ou lorsqu'il pleut. Il est souvent nécessaire de procéder à l'excavation, d'ajouter un enduit à l'épreuve de l'humidité,

d'imperméabiliser, d'installer un système de drainage et d'isoler de l'extérieur.

On peut parfois remédier aux petites fuites d'eau en dirigeant l'eau loin de la fondation en dénivellant le sol, en dirigeant les descentes pluviales loin de la maison et en réparant les fissures dans la fondation par l'intérieur.

Corrigez les problèmes de pompes de puisard ou de refoulement d'égout avant de commencer les travaux d'isolation.

ii) Humidité

Les indices d'humidité sur la fondation et le fini intérieur comprennent les taches, la moisissure, le cloquage et l'écaillage de la peinture, l'efflorescence (dépôt blanchâtre sur la surface), l'épaufrure (détérioration de la surface) ainsi que l'odeur de moisi. Les problèmes mineurs d'humidité peuvent être réglés de l'intérieur; par contre, les problèmes plus graves doivent être corrigés de l'extérieur. La condensation peut également se produire sur les murs de fondation en été parce que l'air est très humide et que la fondation est fraîche.

Faire un test d'humidité

Si les murs, les dalles et les planchers en terre de la fondation semblent secs mais que l'air de l'espace semble humide, cela pourrait indiquer que l'humidité s'infiltré par les fondations et s'évapore plus rapidement qu'elle ne s'accumule.

Pour vérifier si telle est la situation, coupez une feuille de plastique d'environ un mètre carré (40 po x 40 po) et collez-la sur les murs et les dalles de béton. Pour les planchers en terre, maintenez les coins à l'aide de sable ou de bâtonnets. Après une journée ou deux, vérifiez le plastique. Une formation de condensation sur le dessus révèle que le taux d'humidité à l'intérieur est élevé. (Voir les détails à la section 2.4 Contrôle du flux d'humidité et à la section 9.4 Ventilation et air de combustion.)

Retirez soigneusement le plastique et vérifiez s'il y a de la condensation sous la feuille ou si le béton ou le sol est humide. La condensation formée sous le plastique indique un mouvement d'humidité du sol vers la maison et révèle la présence possible d'émissions de radon.

Pour atténuer le mouvement de l'humidité dans la maison causé par les fondations, appliquez une membrane étanche à l'humidité (voir la section 6.3 Vides sanitaires) ou faites sceller ou imperméabiliser le béton intérieur ou extérieur.

iii) Fissures

Si les murs de fondation ont des fissures vives, c'est-à-dire qui augmentent ou diminuent, consultez un spécialiste pour déterminer si la structure devra être réparée.

iv) Radon

Le radon peut être présent dans toutes les maisons, avec ou sans problèmes d'humidité (voir la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité pour de plus amples renseignements).

Doit-on isoler le sous-sol de l'intérieur ou de l'extérieur?

L'isolation effectuée de l'extérieur est la meilleure solution, mais il est souvent nécessaire d'isoler également de l'intérieur pour des raisons économiques et pratiques. Il faut parfois une combinaison des deux approches. Étudiez soigneusement les avantages de chaque méthode.

i) Isolation de l'intérieur

Lorsqu'on isole de l'intérieur, on peut procéder en utilisant de l'isolant en panneaux rigides avec du placoplâtre, en assemblant un nouveau mur à ossature de bois avec de l'isolant ou préférer une autre combinaison de matériaux isolants. Votre choix dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la présence ou non d'humidité, de la nécessité de tenir compte d'un pare-air-vapeur, de la façon dont vous comptez utiliser cet espace et, finalement, du coût.

Avantages de l'isolation de l'intérieur

- On peut effectuer les travaux au moment de l'aménagement du sous-sol.
- On peut effectuer les travaux à n'importe quel moment de l'année et ils peuvent être faits une section à la fois. Souvent, vous pouvez effectuer vous-même tous les travaux ou une bonne partie.
- Il est souvent plus facile et plus économique d'isoler le mur au complet et d'atteindre des valeurs d'isolation élevées.
- Le parterre et l'entrée ne seront pas endommagés.

NOTE TECHNIQUE : Certains spécialistes de la construction croient que l'isolation de l'intérieur peut provoquer un gonflement par le gel et des dommages à la structure. Ils craignent que le gel pénètre plus profondément contre la fondation. Les études ont dissipé cette crainte.

Dans certaines conditions, comme les sols particulièrement sensibles au froid dans les climats rigoureux, certaines méthodes de construction pourraient causer des problèmes. Consultez les spécialistes en construction de votre région ou demandez à vos voisins s'ils ont eu des problèmes à cet égard.

Inconvénients de l'isolation de l'intérieur

- N'isolez pas de l'intérieur un sous-sol qui présente des problèmes d'humidité (fuites, taches d'humidité, efflorescence ou cloquage de la peinture). Si vous le devez absolument, remédiez aux problèmes d'humidité avant de poser l'isolant, sinon vos nouveaux murs pourriront.
- L'ajout d'isolant à l'intérieur rendra les murs de la fondation encore plus froids. Si de l'air humide

entre en contact avec ces murs froids, il en résultera de la condensation. Le revêtement intérieur masque les problèmes d'humidité qui se développent, ce qui peut conduire à une exposition à long terme à la moisissure puisque les gens sont moins tentés de régler un problème d'humidité lorsqu'ils doivent d'abord enlever tout le revêtement qu'ils ont posé.

- Les obstacles intérieurs, comme les panneaux électriques, les fils, les tuyaux, les escaliers et les cloisons, rendent le travail plus difficile et l'isolant et le pare-air moins efficaces. Vous pouvez vous heurter à des difficultés si un mur est déjà fini, bien qu'il soit assez facile d'enlever et de remettre des panneaux muraux.

ii) Isolation de l'extérieur

Pour isoler de l'extérieur, il faut excaver, imperméabiliser la fondation et poser un isolant, comme le montre la Figure 6-3. Afin d'empêcher l'eau de s'infiltrer dans l'isolant, il faut utiliser un solin et poser un matériau protecteur sur les sections exposées de l'isolant.

Avantages de l'isolation de l'extérieur

- La paroi extérieure du mur est souvent plus régulière et plus facile à isoler.
- On peut déceler et corriger tout problème d'humidité et de charpente (efflorescence, fissures, effritement du mortier). Les fondations en moellons bruts ou en briques et les fondations qui ont des problèmes de fuites d'eau, d'humidité ou autres doivent toutes être isolées de l'extérieur. La réparation de la fondation, le crépissage, l'imperméabilisation et l'installation d'un système de drainage peuvent être effectués en même temps.
- Il n'y a pas de dégâts dans la maison, aucune partie intérieure n'est perturbée et aucun espace n'est perdu.
- La pression causée par le gel et le dégel est éliminée, et le froid ne risque plus de pénétrer par les semelles.

- La masse du mur de fondation se trouve à l'intérieur de la partie isolée de la maison et contribuera à régulariser les fluctuations de température.

Inconvénients de l'isolation de l'extérieur

- Il peut être difficile et risqué de creuser à la main une tranchée autour de la maison selon le type de sol et la profondeur. Il est plus facile d'effectuer les travaux si vous avez la machinerie appropriée, mais l'accès pourrait représenter un problème.
- L'entreposage de la terre peut poser un problème.
- L'excavation ne peut être faite en hiver et peut entraîner des problèmes au printemps ou tout au long de l'année si la maison est située dans une région où la nappe aquifère est élevée.
- Il peut être difficile d'effectuer les travaux à cause des marches permanentes, des abris d'automobile pavés, des arbustes, des arbres et des clôtures.
- Les fondations en moellons bruts ou en briques pourraient être partiellement soutenues par le sol. Demandez conseil auprès de spécialistes avant d'entreprendre les travaux.
- Atteindre un niveau d'isolation élevé pourrait vous coûter cher, et les rénovations pourraient nuire à l'aspect extérieur de la maison.

6.1 ISOLATION DU SOUS-SOL DE L'EXTÉRIEUR

En plus des aspects susmentionnés en introduction, évaluez les éléments suivants avant d'entreprendre les travaux :

- la configuration extérieure, comme les entrées de service enfouies et de surface, l'accès et les limites de terrain, qui peuvent rendre l'excavation difficiles;
- les besoins en matière d'isolant (type, épaisseur, hauteur et profondeur); la finition (couche protectrice, solin);

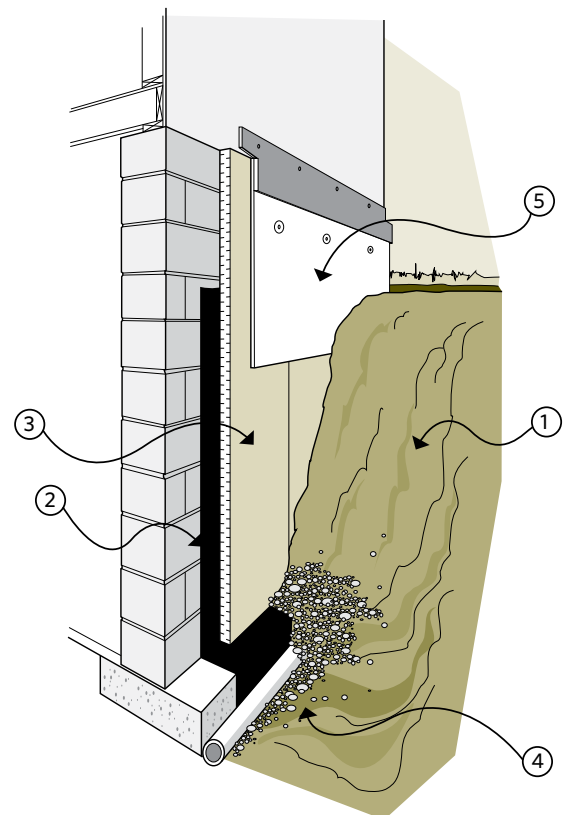
- les outils et l'équipement requis (pour l'excavation, l'imperméabilisation, l'isolation, etc.).

6.1.1 Mesures de sécurité

Référez-vous à la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité pour des conseils généraux sur la sécurité.

Avant de creuser, vérifiez l'emplacement des conduites des services enfouies dans le sol qui alimentent votre maison (eau, gaz, électricité, téléphone, égouts). Les services publics peuvent vous renseigner gratuitement.

Figure 6-3 Composants de l'isolation de l'extérieur



L'isolation de l'extérieur comprend les étapes suivantes :

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. l'excavation; | 4. l'installation du système de drainage et le remplissage; |
| 2. l'imperméabilisation; | 5. la couche protectrice et les solins. |
| 3. l'isolation; | |

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ :

En particulier, adoptez des mesures sécuritaires lorsque vous creusez la tranchée afin d'éviter qu'elle ne s'effondre et que vous soyez enseveli accidentellement. Protégez la tranchée de la pluie, des ruissellements et des éléments, et assurez-vous que les gens et les animaux ne peuvent y tomber. Certains sols ne sont pas stables et peuvent avoir besoin de renforcement pour ne pas s'effondrer. Si vous faites les travaux vous-même, consultez les spécialistes en construction de votre région pour obtenir des conseils sur l'étalement et les pratiques de creusage de tranchée.

Isolation du sous-sol de l'extérieur

Les travaux peuvent nécessiter plusieurs semaines d'effort. Prévoyez, au besoin, du temps supplémentaire pour l'excavation, la réparation des fissures, l'imperméabilisation des murs extérieurs de la fondation et l'installation d'un système de drainage.

L'isolation du sous-sol de l'extérieur comprend les étapes suivantes :

i) Creusage de la tranchée

Vous devez creuser la tranchée jusqu'à la semelle, mais jamais plus bas. La tranchée devrait être suffisamment large pour permettre d'y travailler. Il s'agit là d'une tâche ardue; ne la rendez pas plus compliquée en creusant une tranchée trop large. Vous pouvez la creuser à la main ou utiliser l'équipement approprié. Vous pouvez entreposer la terre du trou sur une toile ou une feuille de polyéthylène à au moins 610 mm (24 po) de l'excavation.

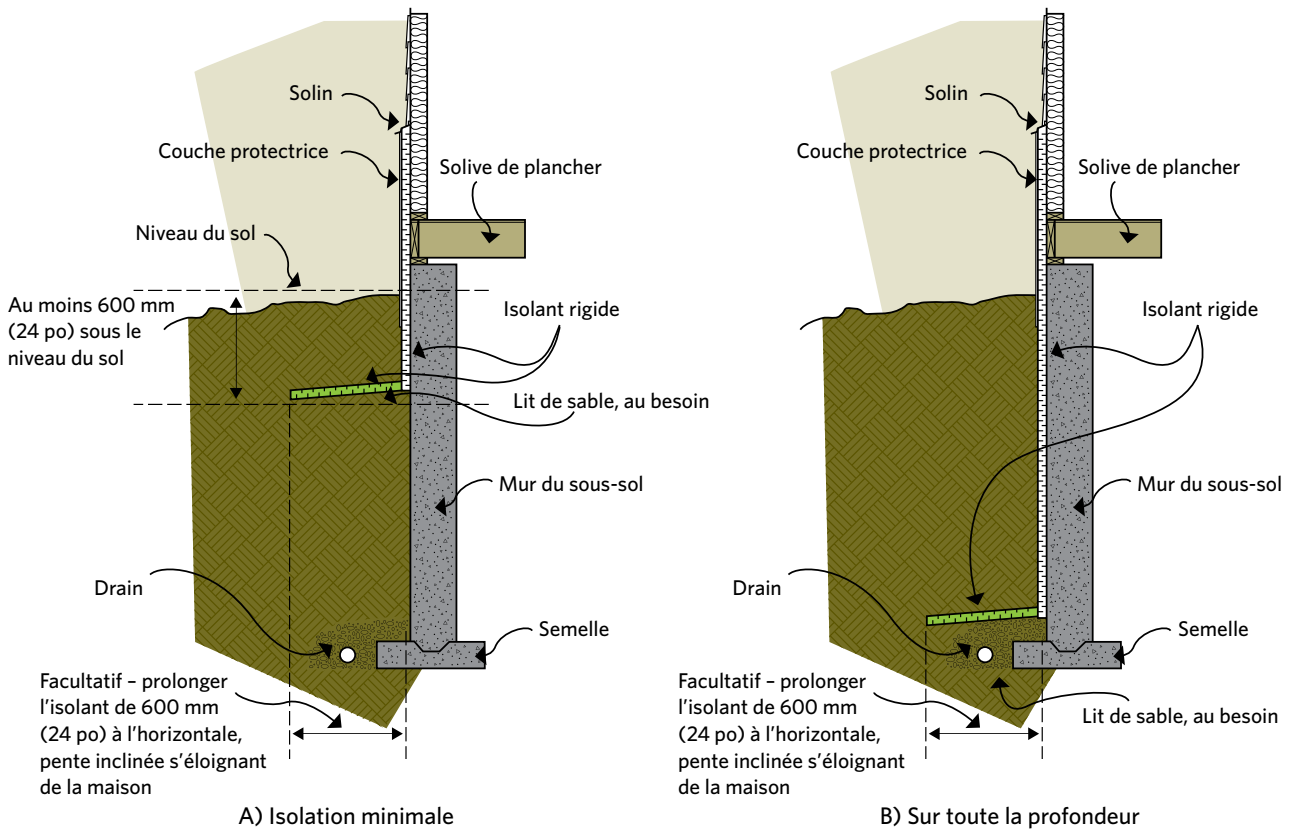
Parfois, il pourrait être pratique de poser seulement de l'isolant à au moins 610 mm (24 po) sous le niveau du sol, particulièrement dans le cas où les murs de la fondation et le système de drainage sont en bon état. Vous n'aurez ainsi pas besoin de creuser trop profondément et cela offrira tout de même une protection thermique considérable que vous pourriez jumeler avec un ajout d'isolant à l'intérieur. Il est aussi possible de construire une jupe isolante autour de la fondation afin de réduire les pertes de chaleur à la surface, ce qui peut également atténuer les problèmes liés au gel (voir la Figure 6-4).

ii) Préparation de la surface et du lieu de travail

Nettoyez d'abord la surface de la fondation avec une brosse métallique et un grattoir ou utilisez un pulvérisateur à puissant jet d'eau si vous êtes en mesure d'éliminer facilement l'eau. Inspectez la fondation et réparez les trous, les fissures ou les dommages importants, puis scellez toutes les ouvertures. Uniformisez le crépi ou remplacez les surfaces détériorées avec le type approprié de crépi. Laissez sécher les réparations.

Vérifiez l'état des drains et effectuez les réparations nécessaires. Installez un système de drainage seulement si vous pouvez le faire de façon adéquate (en vous assurant que l'eau s'écoule vers une décharge appropriée). Il est préférable d'effectuer ces travaux après avoir terminé ceux des murs de fondation. Consultez un spécialiste des systèmes de drainage avant de commencer les travaux.

Demandez à un entrepreneur d'appliquer de l'enduit imperméable à partir du niveau du sol jusqu'au-dessus de la semelle, puis scellez toutes les ouvertures et les chevauchements de matériaux. Vous pouvez utiliser des matériaux en feuilles, et des composés à pulvériser ou à appliquer au rouleau. Suivez les directives du fabricant.

Figure 6-4 Isolation du sous-sol de l'extérieur

iii) Pose de l'isolant

On a recours à trois principaux types d'isolants pour l'extérieur des murs d'un sous-sol : des panneaux rigides en laine minérale, du polystyrène à haute densité (type 4) ou des panneaux en polyuréthane et en polyisocyanurate. (Pour de plus amples renseignements, voir la section 4.2 Produits de calfeutrage et autres matériaux d'étanchéité.)

Les panneaux de type 4 sont utilisés le plus couramment pour l'isolation extérieure sous le niveau du sol (voir la Figure 6-3 et la Figure 6-4).

L'isolant qui peut servir également pour drainer (voir la Figure 6-5), comme les panneaux en laine minérale, doit être utilisé seulement :

- s'il est appliqué sur toute la profondeur du mur de fondation;
- s'il y a un système de drains;
- si l'isolant est appliqué sans joints horizontaux qui rompent le canal de drainage.

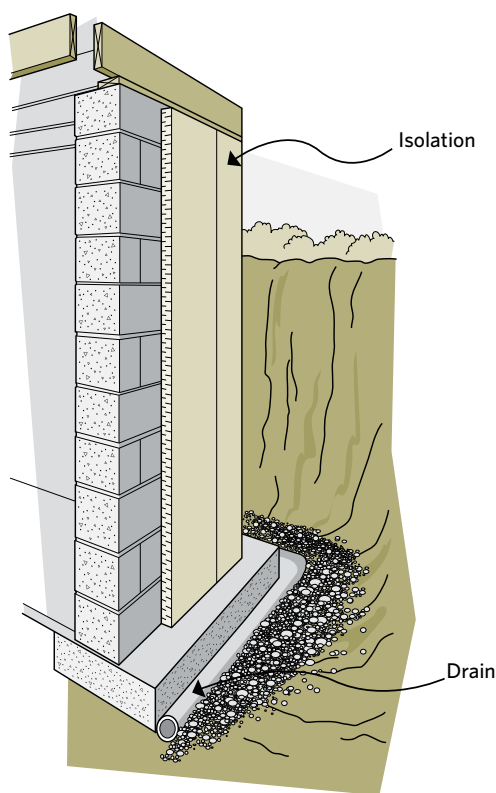
Mesurez et coupez l'isolant à la hauteur désirée (habituellement du dessus de la semelle jusqu'au solin du mur extérieur). Commencez à poser l'isolant dans un coin, en faisant se chevaucher les panneaux aux coins, et ajustez les panneaux isolants le mieux possible aux murs (voir la Figure 6-6).

NOTE TECHNIQUE : Certains experts suggèrent d'utiliser deux couches d'isolant avec des joints qui se chevauchent. L'isolant est tenu en place dans la partie supérieure par le solin et par des attaches et rondelles résistant à la rouille. La portion de l'isolant à utiliser sous le sol est maintenue en place par le remblayage, mais certaines attaches pourraient être nécessaires pour la maintenir en place lors du processus.

Il peut être avantageux (bien que plus cher) d'acheter un système d'emboîtement formé de panneaux en polystyrène avec rainures et profilés en acier. Ceux-ci devraient n'être utilisés que sur la partie qui se trouve au-dessus du niveau du sol à une profondeur de 305 mm (12 po). Les magasins de matériaux de construction offrent également un certain nombre d'attaches et de pinces pour appliquer les panneaux au mur.

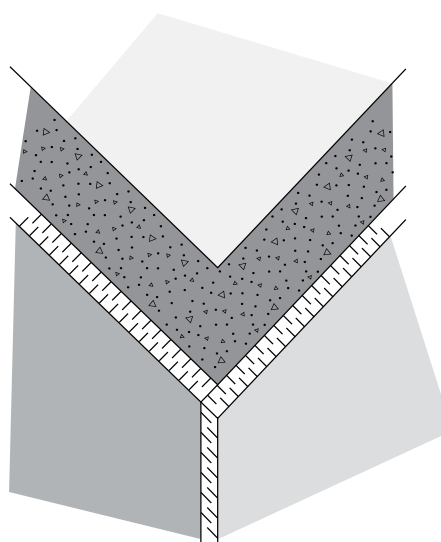
Appliquez du crépi sur les fondations en moellons bruts ou en briques pour lisser le mur après avoir effectué toutes les réparations. Le type et la malléabilité de l'isolant choisi déterminera le lissé requis du crépi. Le bon matériau de crépissage agira également comme un matériau de surface sacrificiel pour aider à protéger le mortier du mur de fondation. Imperméabilisez le crépi, isolez puis procédez suivant les directives susmentionnées.

Figure 6-5 L'isolant qui sert également comme matériau de drainage doit être posé à la verticale jusqu'à la semelle



Il est essentiel d'installer un drain.

Figure 6-6 L'isolant devrait se chevaucher aux coins



iv) Pose des solins

Le solin maintient l'isolant en place, empêche l'eau de pénétrer derrière l'isolant et assure une jonction propre et nette. Il y a deux points importants à considérer : l'emplacement du solin, ce qui détermine la hauteur de l'isolant, et le type de solin utilisé.

Si le revêtement peut être enlevé ou soulevé partiellement, vous pouvez alors utiliser le solin en « Z » régulier inséré à au moins 50 mm (2 po) derrière le parement et le papier de construction (soit derrière le plan de drainage). Si le solin ne peut être inséré derrière le revêtement (comme les briques), alors vous pouvez installer un profilé métallique en « J » avant la pose de l'isolant ou un solin en bois après la pose de l'isolant.

Le solin devrait s'accommoder à la largeur de l'isolant et de la couche protectrice. Le solin en bois devrait être incliné et avoir un surplomb d'au moins

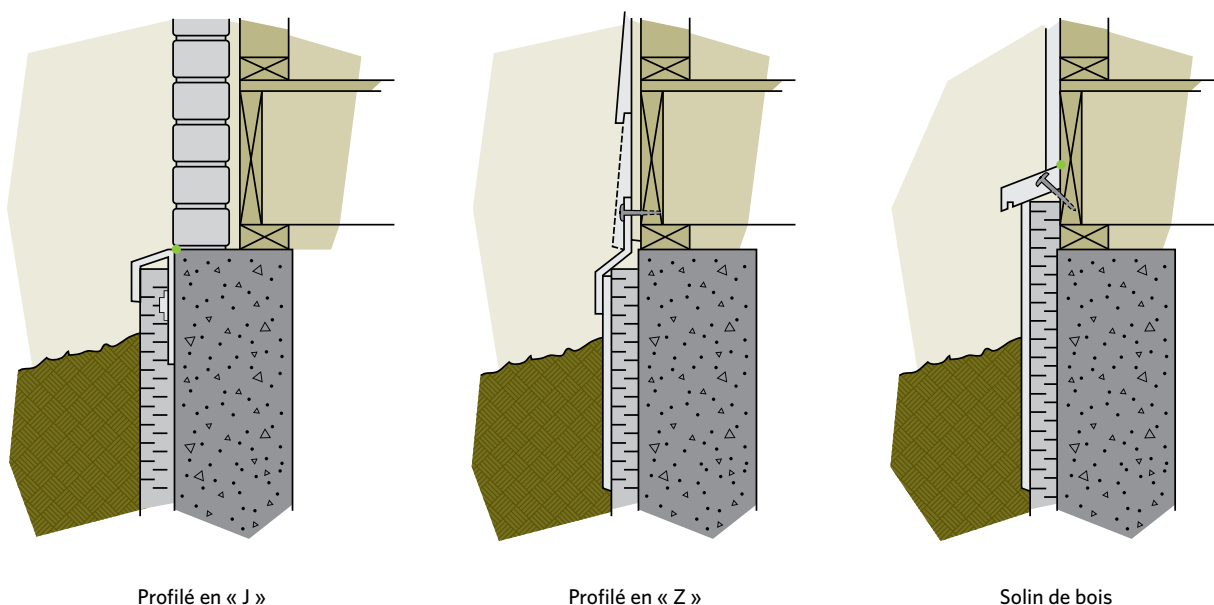
20 mm ($\frac{3}{4}$ po) ainsi qu'un larmier sur la surface inférieure.

Dans le cas de solins en bois ou de profilés en « J », scellez les joints entre le solin et la maison avec un produit de calfeutrage approprié.

Dans le cas d'un revêtement en brique, laissez libres les trous d'évacuation d'eau qui permettent à l'eau de s'écouler derrière les briques.

Il est préférable que l'isolant dépasse la solive de bordure d'au moins 150 mm (6 po), tel que montré à la Figure 6-8. Il est parfois difficile de le faire pour des raisons d'ordre pratique ou esthétique. Si l'isolant est installé seulement jusqu'à la solive de bordure ou en dessous, il faut alors sceller et isoler celle-ci de l'intérieur. Nous en reparlerons plus loin dans ce chapitre.

Figure 6-7 Types de solins pour une fondation – transition du premier étage



v) Protection de l'extérieur par le recouvrement de l'isolant exposé

Protégez l'isolant du soleil et des dommages physiques en appliquant un matériau de protection depuis le haut de l'isolant jusqu'à environ 300 mm (12 po) sous le niveau du sol. Voici quelques possibilités de matériaux :

- lattes de métal déployées et crépi;
- crépi en polymère modifié, à appliquer directement sur certains types d'isolant sans lattes de métal suivez les instructions du fabricant;
- contre-plaqué traité sous pression installé au centre avec des attaches en acier inoxydable;
- parement en vinyle ou d'un autre type qui peut s'agencer au revêtement de la maison.

vi) Remblayage de la tranchée

Recouvrez d'abord les drains (tuyau perforé en plastique) de 150 mm (6 po) de gravier propre (cailloux d'au moins 4 mm – 1/8 po) et d'une bande de tissu filtrant. Si vous utilisez un isolant qui draine, le gravier devrait couvrir au moins 100 mm (4 po) de l'isolant.

Remblayez le trou par étape en enlevant les gros objets et en tassant et foulant le sol. Si le sol se draine difficilement, comme un sol d'argile gonflante, il serait préférable de le remplacer par un remblayage qui se draine facilement. Lorsque la tranchée est remplie, assurez-vous que le sol s'incline en s'éloignant de la maison. En règle générale, une pente de 10 p. 100, soit de 200 mm (8 po) pour les deux premiers mètres (6 pi) est

Figure 6-8 Isolation de la solive de bordure de l'extérieur

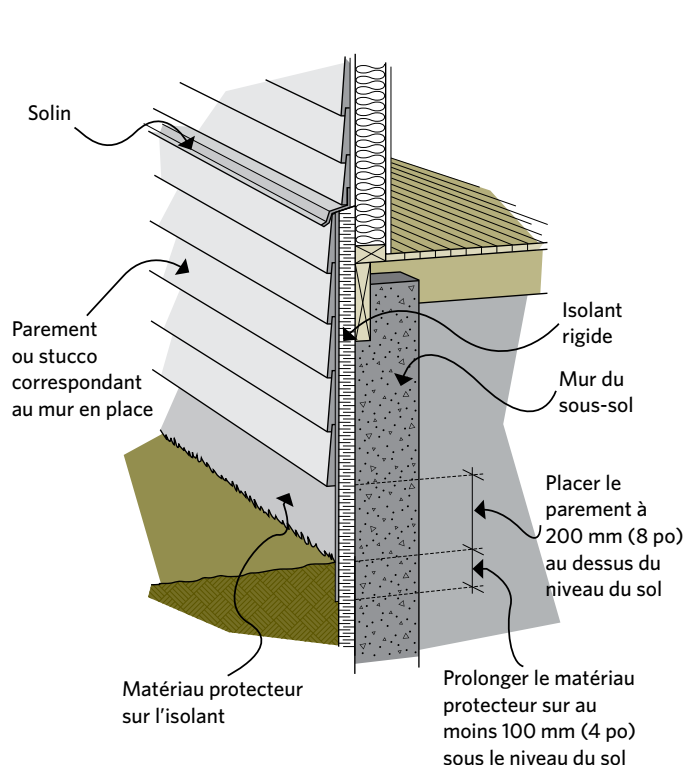
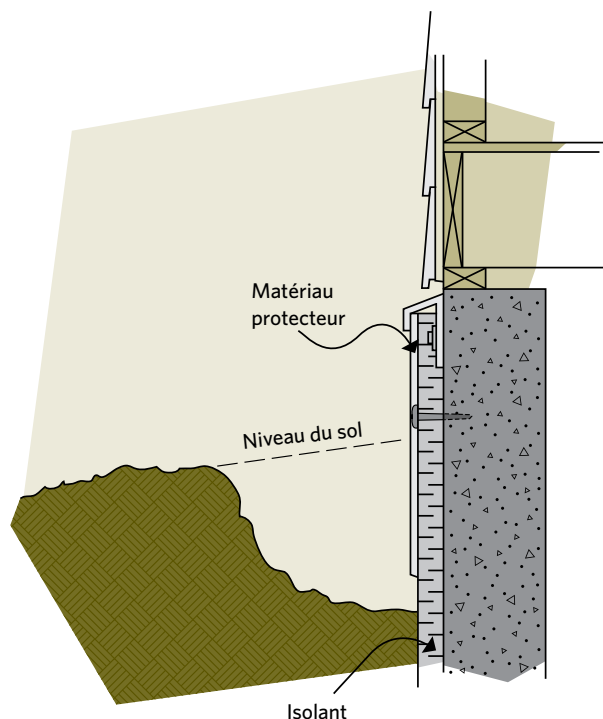


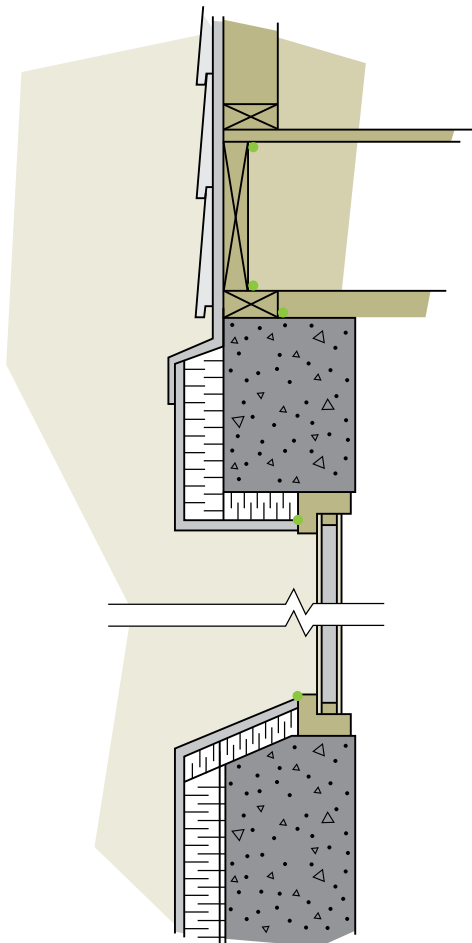
Figure 6-9 La protection extérieure doit s'étendre sous le niveau du sol



allouée pour permettre le tassement. Cette façon de faire éloigne de l'isolant les eaux de ruissellement; la pose de gouttières aidera également à éloigner les eaux de surface de la fondation sur au moins deux mètres (6 pi).

Une fois la tranchée remplie, vous pouvez recouvrir cet espace de terrain de pierres de patio, y semer du gazon ou y faire un jardin. Le sol peut continuer à se tasser; il est donc préférable d'attendre avant d'entreprendre des travaux dispendieux comme le pavage.

Figure 6-10 Le seuil doit être incliné vers l'extérieur



vii) Détails de finition

Les fenêtres peuvent habituellement être finies en enveloppant l'isolant autour de la fondation pour rejoindre le cadre de la fenêtre. Appliquez des lattes et du crépi au-dessus de l'isolant jusqu'au cadre de la fenêtre. Calfeutrez le joint entre le cadre et le crépi, et inspectez-le régulièrement pour vous assurer qu'il est toujours bien scellé.

Les portes devraient être contournées avec un profilé en « J » ou un solin équivalent. Le seuil de la porte pourrait devoir être prolongé pour protéger le solin sous la porte.

Scellez les conduites qui entrent dans l'isolant et le matériau protecteur afin d'empêcher le vent, l'eau et la vermine de pénétrer. Certaines entrées (conduites de gaz, gaines électriques) doivent être scellées à l'aide d'un produit de calfeutrage adéquat et malléable.

viii) Isolation de la solive de bordure extérieure

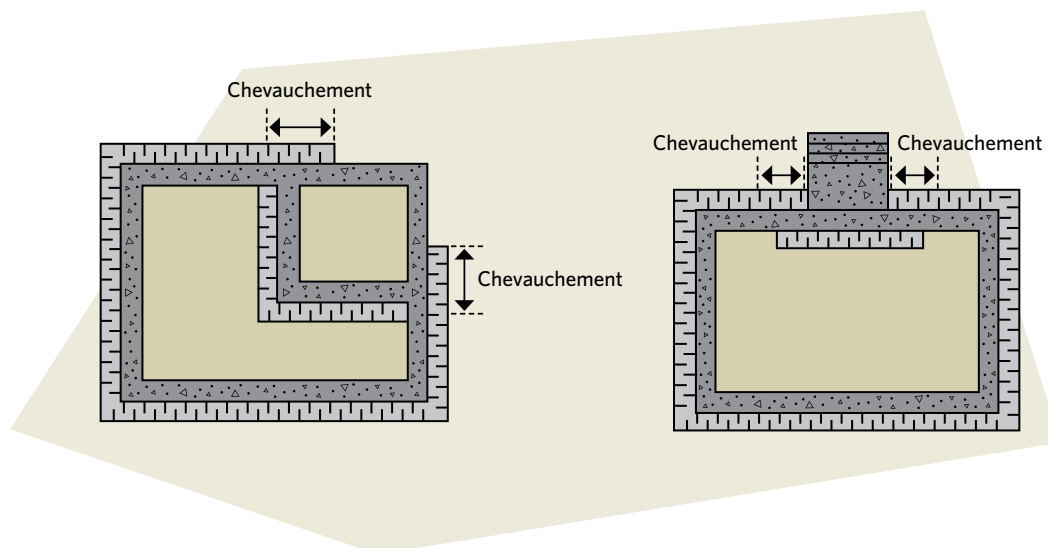
Si l'isolant extérieur ne s'étend pas au-dessus de la solive de bordure par au moins 150 mm (6 po), celle-ci devra être scellée et isolée de l'intérieur du sous-sol. (Voir la section 6.2 Isolation du sous-sol de l'intérieur.)

6.1.2 Complications

Lorsqu'une partie des murs du sous-sol sert de paroi externe pour une chambre froide ou un garage non chauffé, il faut poser l'isolant à l'intérieur du sous-sol, contre les parois de la chambre froide ou du garage non chauffé, comme s'il s'agissait de murs extérieurs. Installez de l'isolant et un coupe-bise à la porte qui donne accès au sous-sol. Enfin, il faut isoler le plafond de la chambre froide ou du garage non chauffé. (Voir la section 6.4 Vides hors-sol pour de l'information au sujet des planchers exposés.)

Étendez l'isolant extérieur autour du reste du sous-sol sur au moins 610 mm (24 po) au-delà de la jonction du mur intérieur afin de minimiser les

Figure 6-11 Chevauchement de l'isolant de la fondation aux endroits où l'isolant ne peut être posé de l'extérieur



pertes de chaleur par ces endroits. (Pour de plus amples renseignements sur l'isolation d'une chambre froide, voir la section 6.2 Isolation du sous-sol de l'intérieur.)

S'il y a une entrée de cour recouverte d'asphalte qui longe la fondation, un perron de béton qui s'y appuie ou un autre obstacle du genre, il s'agit de contourner l'obstacle en isolant de l'intérieur. Il doit y avoir un chevauchement d'au moins 610 mm (24 po) de chaque côté de l'obstacle afin d'assurer un recouvrement continu et de réduire les pertes de chaleur par le pont thermique.

6.2 ISOLATION DU SOUS-SOL DE L'INTÉRIEUR

Puisque le type et l'état des murs détermineront la façon d'isoler, il faut tenir compte des éléments suivants :

- les signes de problèmes de structure (fissures, renflement);

- les besoins en matière d'isolant (type, valeur RSI [R] et emplacement);
- les améliorations à apporter au câblage et à la plomberie;
- les détails de finition.

Assurez-vous auprès des spécialistes en construction que votre projet est conforme aux codes de construction en vigueur dans votre région. De plus, certaines régions présentent des problèmes particuliers, comme le gonflement par le gel en raison de sols argileux expansibles, dont il faudrait tenir compte avant de commencer les travaux.

Les types d'isolants les plus populaires pour l'isolation de l'intérieur sont les suivants : l'isolant en matelas ou en rouleau, l'isolant en fibre de verre en vrac, la mousse de polyuréthane et l'isolant en panneaux de plastique rigides.

La mousse de polyuréthane à alvéoles fermées, qui devrait uniquement être appliquée par un installateur

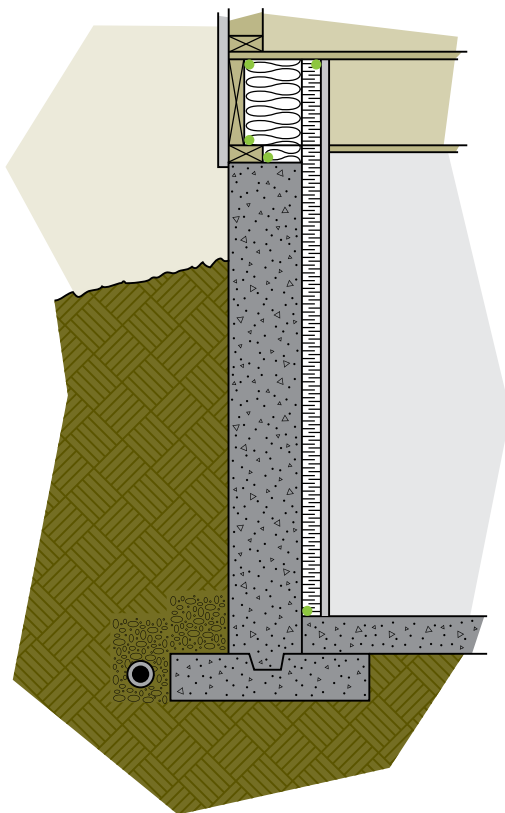
accrédité, est un isolant de qualité qui convient à tous les types de murs, même ceux dont la surface est inégale. La mousse à alvéoles fermées peut aider à contrôler l'humidité sur les murs du sous-sol.

Les isolants rigides de mousse de plastique ont généralement une valeur RSI par millimètre supérieure à celle des matelas, de sorte qu'ils prennent moins de place et nécessitent une charpente de bois plus mince. (Pour de plus amples renseignements, voir la section 3.1 Isolant.)

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ :

Lorsque vous isolez le sous-sol de l'intérieur, vous devez suivre les directives de la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité. En outre, comme on se sert souvent d'outils de fixation au béton à charge explosive dans le cadre des travaux de rénovation dans le sous-sol, il faut suivre attentivement les directives.

Figure 6-12 Isolation de l'intérieur avec de l'isolant en panneaux rigides



Pour isoler avec des panneaux rigides, il faut :

1. étanchéiser les murs en place;
2. poser l'isolant;
3. poser la finition.

6.2.1 Isolation de l'intérieur avec de l'isolant en panneaux rigides

Comme les panneaux sont assez rigides, cette façon de procéder est plus efficace si les murs sont unis et verticaux (murs en blocs de béton ou en béton coulé). Les panneaux d'isolant rigides et imperméables sont fixés au mur de béton à l'aide d'un tasseau fixé mécaniquement, et l'assemblage est protégé par du placoplâtre de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ po) bien fixé au tasseau (voir la Figure 6-12 pour les détails). Les prises de courant et les interrupteurs sont laissés en surface.

Préparation

Après avoir vérifié les murs et fait les réparations nécessaires, scellez toutes les fuites d'air, comme à la lisse basse et autour des ouvertures. Cette étape est primordiale puisqu'elle sert de premier pare-air.

Comme le panneau isolant sert d'écran contre l'humidité, utilisez des panneaux de moyenne à haute densité ayant la propriété de bien résister à l'humidité, par exemple le polystyrène extrudé et le polystyrène expansé de type 4. L'isolant recouvert d'aluminium risque de se détériorer au contact du ciment et du mortier; il vaut donc mieux vérifier auprès du fabricant avant de décider de l'utiliser.

Installation

L'isolant peut être scellé à la fondation en appliquant un adhésif compatible avec la mousse autour du

périmètre du panneau avant de le fixer au mur. Ainsi, si de la moisissure venait à se développer derrière l'isolant, elle y resterait confinée. L'étanchéisation des panneaux au mur forme un pare-air-vapeur qui est presque équivalent à la mousse à pulvériser.

Comme il faut utiliser des attaches mécaniques pour fixer le placoplâtre au mur, utilisez des tasseaux en bois placés au-dessus de l'isolant. L'isolant peut être également maintenu en place à l'aide d'un tasseau spécial en bois ou en métal qui s'adapte aux rainures ou encoches prétaillées dans les panneaux isolants. Dans les deux cas, le placoplâtre doit être vissé ou cloué dans la bande de clouage fixée au mur de béton à l'aide d'attaches résistant à la corrosion.

Posez une valeur RSI d'au moins 2,1 (R-12), à moins que les codes du bâtiment de votre région n'exigent une valeur supérieure. Pour minimiser la perte thermique par les tasseaux de clouage, envisagez de poser l'isolant en couches qui se chevauchent. Ajustez bien les panneaux pour qu'il n'y ait pas de fuites d'air entre les joints et utilisez des produits de calfeutrage et du ruban adhésif rouge de construction pour bien sceller tous les joints et les recouvrements.

Finition

Isolez et scellez l'espace entre les solives (à moins qu'elles ne soient enfoncées dans le béton). Consultez la section ci-après portant sur ces espaces pour plus de détails. Recouvrez tout le mur de placoplâtre de 12,7 mm (1/2 po) ou d'un autre matériau ignifuge équivalent. Il faut y inclure l'espace entre les solives si un nouveau plafond n'est pas installé.

6.2.2 Isolation de l'intérieur avec mur à ossature

Il existe trois méthodes plus répandues pour isoler un sous-sol de l'intérieur en ajoutant un mur à ossature. Chaque méthode doit faire l'objet d'une évaluation pour en vérifier l'aspect pratique : la capacité de faire les travaux vous-même, le coût des

matériaux et de la main-d'œuvre si vous décidez de recourir à un entrepreneur, et les résultats escomptés (p. ex., si le but est d'aménager le sous-sol ou de s'en servir pour entreposer des biens).

Les trois techniques actuelles sont les suivantes :

- mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant;
- mur à ossature avec matelas isolant sur fond d'isolant en panneaux rigides;
- mur à ossature avec matelas isolant sur fond de mousse pulvérisée.

Préparation

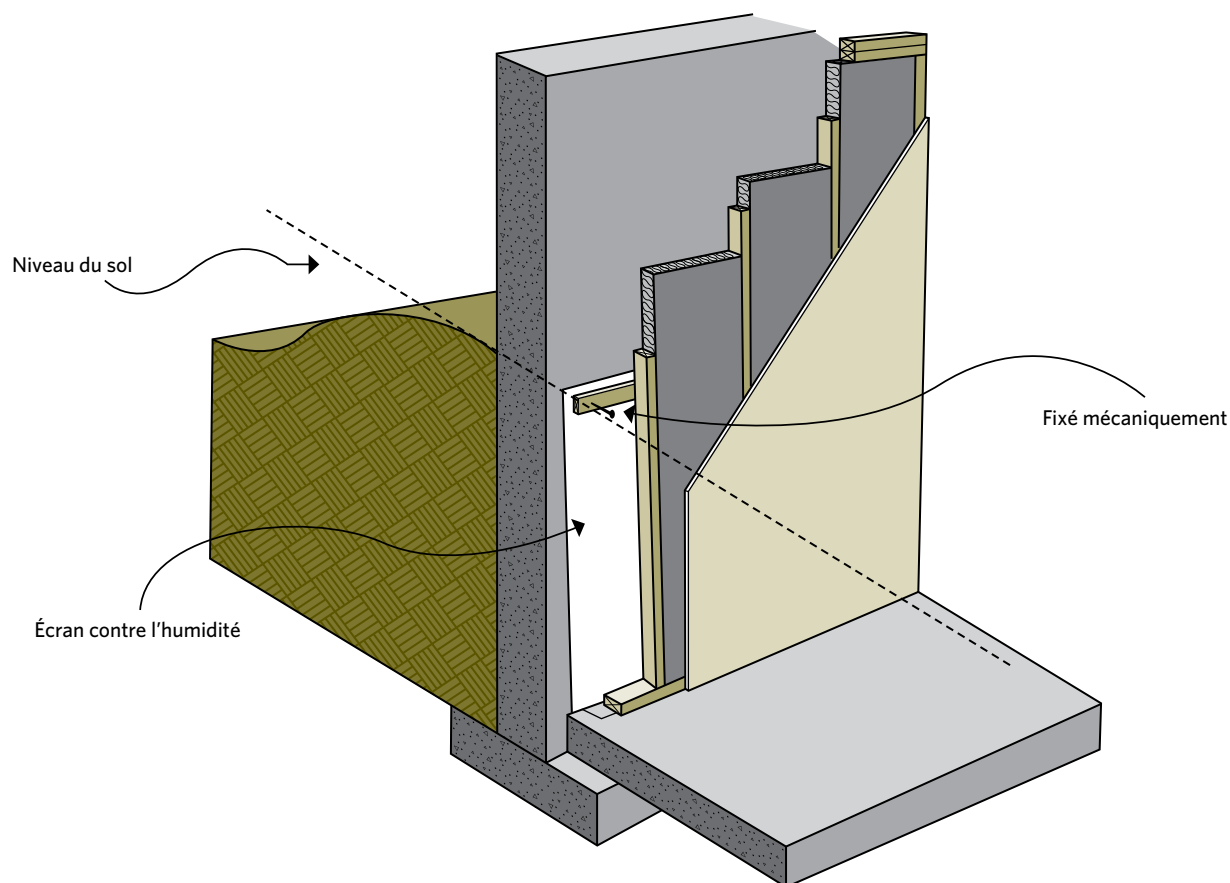
Après avoir vérifié les murs et fait les réparations nécessaires, scellez toutes les fuites d'air, comme à la lisse basse et autour des ouvertures. Cette étape est primordiale puisqu'elle sert de premier pare-air.

Pour de plus amples renseignements sur les matériaux et les techniques, voir le chapitre 3 Les matériaux et le chapitre 4 Mettre fin aux fuites d'air.

NOTE TECHNIQUE : Utilisez du bois sec, sinon vous devrez attendre au moins deux semaines avant de poser l'isolant et de couvrir le mur d'un pare-air-vapeur. Des contreventements temporaires peuvent être cloués à l'ossature pour empêcher les poteaux humides de se tordre jusqu'à ce qu'ils soient secs.

6.2.3 Mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant

Afin de protéger l'isolant, l'ossature et le revêtement intérieur en cas d'infiltration d'eau, couvrez les murs du sous-sol en les enveloppant de membrane pare-air. Autrefois, le plastique était le matériau le plus utilisé à cette fin mais, dans certains cas, lorsque l'air

Figure 6-13 Mur à ossature avec matelas isolant

et l'humidité pénétraient le mur isolé, il se formait de la condensation sur le plastique qui provoquait des problèmes de fuites d'eau et de moisissures à l'intérieur du mur.

En enveloppant la maison, l'humidité (non excessive et sans fuite) qui pénètre le nouveau mur pourra sécher vers l'intérieur de la maison ou par la partie supérieure de la fondation qui se situe au-dessus du niveau du sol. Le membrane pare-air de construction devrait s'étendre à partir ou tout juste au-dessus du niveau du sol et couvrir le mur jusqu'au plancher du sous-sol et sous la

sablière basse de l'ossature. Fixez mécaniquement le membrane à l'aide de lattes de bois 1 x 3.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ :

N'utilisez pas de papier de construction goudronné à l'intérieur de la maison puisqu'il risque d'en émaner des vapeurs toxiques.

Construction du mur à ossature

L'étape suivante consiste à installer un mur à ossature de bois. Il existe deux façons de procéder :

- Installez le nouveau mur près du matériau d'enveloppement de la maison, mais sans qu'il y touche (à une distance de 12 mm [$\frac{1}{2}$ po]) au moyen de pièces de bois de 2 x 4 ou 2 x 6.
- Installez le mur à ossature plus loin du mur de fondation pour permettre la pose d'une couche de matelas isolant entre l'ossature et le mur.

Conservez suffisamment d'espace pour que l'isolant soit bien ajusté sans être comprimé.

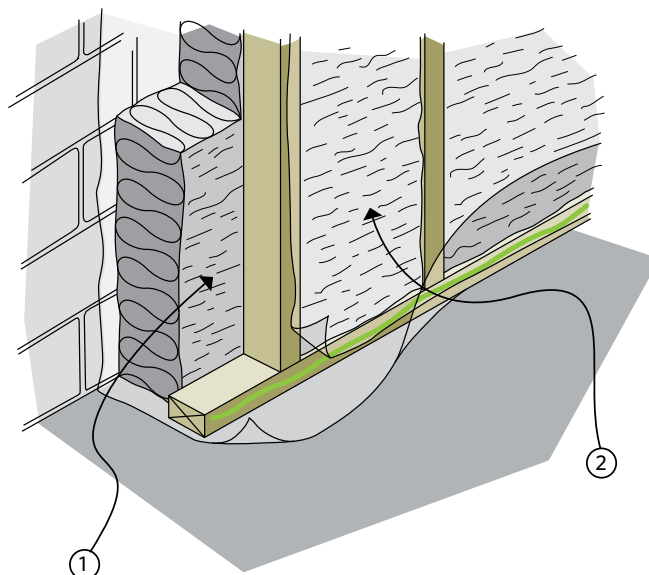
La deuxième méthode demande plus d'espace intérieur mais permet de poser plus d'isolant et favorise moins la formation de ponts thermiques à travers la charpente; elle offre également une meilleure protection contre l'humidité. La lisse basse devrait être posée sur la partie supérieure du matériau enveloppant et sur une membrane imperméable continue, comme un joint d'étanchéité de lisse basse (voir la Figure 6-14).

Il faut ensuite fixer la sablière à la partie inférieure des solives. Si les murs sont parallèles aux solives, il faudra aménager une surface à laquelle vous pourrez clouer la sablière (tout dépend du genre de maison). Il faut maintenant aligner le nouveau mur.

Si votre maison est bâtie dans une région où le sol est fait d'argile gonflante, vous pourriez devoir ajouter un écart de 25 mm (1 po) entre la sablière et le bas des solives de plancher pour permettre un mouvement vertical des dalles ou du plancher du sous-sol. Demandez conseil aux spécialistes en construction de votre région sur la meilleure façon d'aborder cette situation.

Il faut ensuite assembler les poteaux espacés de 610 mm (24 po) aux entraxes (c'est-à-dire du centre d'un poteau au centre de l'autre). L'espacement à prévoir est fonction du support structural nécessaire

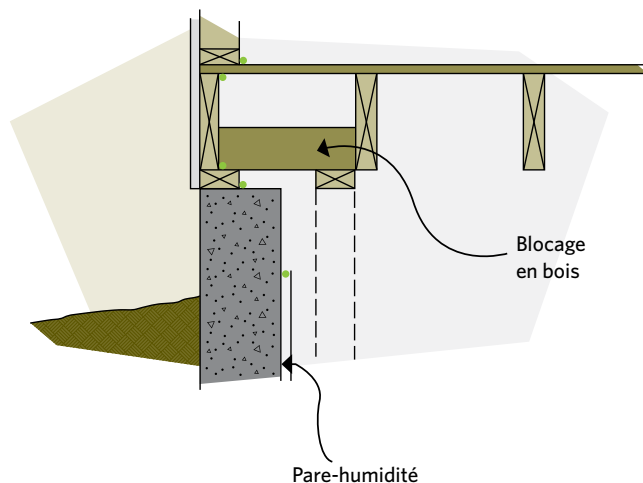
Figure 6-14 Double couche de matelas isolant dans un mur à ossature



Vous pouvez poser deux couches d'isolant :

1. à l'horizontale entre le mur de fondation et les poteaux;
2. à la verticale entre les poteaux.

Figure 6-15 Sablière où les solives sont parallèles au mur



pour le revêtement envisagé. Il faut veiller à ce que les poteaux soient parfaitement verticaux et espacés afin qu'ils enserrent bien l'isolant et que le matériau de finition puisse être installé sans problème. Mesurez chaque poteau séparément. Il faudra une charpente supplémentaire autour des portes du sous-sol, mais les ouvertures des fenêtres ne requièrent qu'un seul poteau puisque le mur est non porteur.

Si tous les alignements sont parfaitement à niveau et d'équerre, et qu'il n'y a aucun obstacle, vous pourrez peut-être construire le mur sur le plancher, le mettre en place, poser des cales sous sa lisse basse et ensuite le fixer. Faites ensuite la mise en place de tous les fils et de toutes les canalisations de plomberie requis.

Isolation

Si vous avez laissé un espace derrière l'ossature pour un matelas isolant, posez l'isolant en une couche horizontale entre les poteaux et le mur. L'isolant doit être bien ajusté contre les murs de la fondation. Ensuite, insérez dans le mur à ossature une deuxième couche à la verticale de matelas isolant entre les poteaux, en veillant à ne laisser aucun vide et en évitant de trop comprimer l'isolant. Si vous décidez d'utiliser un isolant en fibre de verre soufflé, remplissez toutes les cavités selon la densité et le niveau RSI recommandés par le fabricant.

Finition

Recouvrez l'isolant et les poteaux d'un pare-vapeur. Dans les sous-sols reconnus pour être secs, un pare-vapeur en polyéthylène peut convenir. Cependant, si vous avez des doutes ou si le sous-sol présente un risque d'humidité, deux autres options pourraient être plus appropriées.

La première consiste à employer un revêtement de polyamide en feuilles, une membrane imper-respirante également appelée « pare-vapeur Nylon-6 » ou « pare-vapeur intelligent ». Lorsqu'il est posé sur le côté chaud d'un mur extérieur, le

pare-vapeur intelligent offre une perméance à la vapeur d'eau qui change en fonction des conditions à l'intérieur du mur. Si l'humidité relative augmente dans la cavité murale, le pare-vapeur intelligent permet au mur de sécher vers l'intérieur, ce que ne permettent pas les autres pare-vapeur en feuilles. Si vous utilisez un pare-vapeur intelligent, suivez soigneusement les directives du fabricant et les exigences liées à la pose, même si la pose s'effectue comme pour le polyéthylène en feuilles à quelques exceptions près.

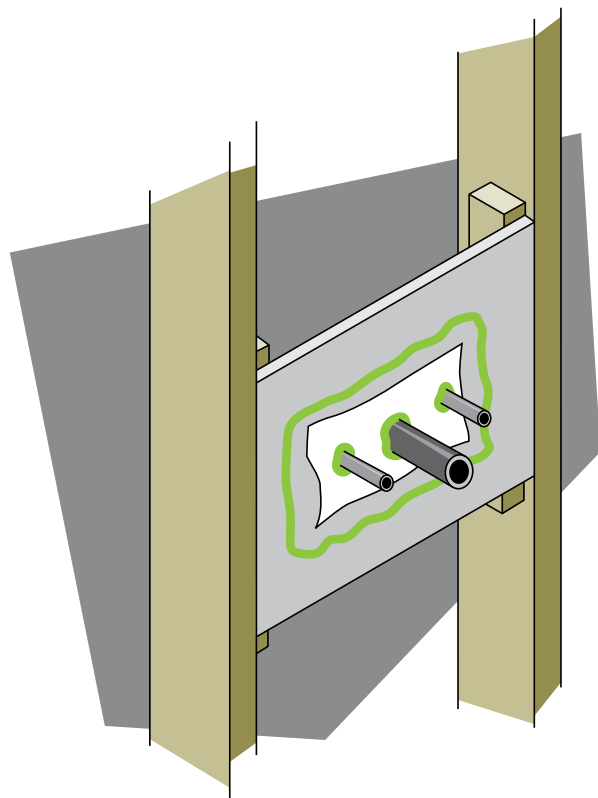
Laissez une longueur suffisante de polyéthylène ou de pare-vapeur intelligent à l'extrémité supérieure pour le joindre au pare-air entre les solives. Scellez avec de la pâte acoustique ou tout autre produit adéquat tous les joints et toutes les entrées dans le pare-air. Tous les joints doivent se chevaucher par-dessus un poteau et être scellés par un cordon continu de pâte à sceller entre le chevauchement de couches de matériau. Agrafez le pare-vapeur au poteau à travers le cordon (voir les détails à la Figure 4-3).

La deuxième option consiste à utiliser un système de pare-air-vapeur appelé méthode du placoplâtre étanche à l'air (ADA). La méthode ADA emploie des matériaux rigides, généralement le placoplâtre, soigneusement scellée à l'ossature et à toutes les autres jonctions de matériaux au moyen d'un ruban adhésif en mousse et d'un produit de calfeutrage malléable.

Faites bien attention aux détails. La méthode ADA ne fonctionne que si les composants sont complètement scellés et qu'un système pare-air-vapeur protège le reste de la maison. Voici une liste non exhaustive des mesures d'étanchéisation de la méthode ADA.

- Formez des boîtiers étanches autour des canalisations de plomberie et des drains et posez un joint d'étanchéité sur le devant du boîtier; calfeutrez les percées des conduites (voir la Figure 3-6 et la Figure 6-16).

Figure 6-16 Étanchéisation des conduites de plomberie



- Utilisez des boîtes spéciales étanches pour les interrupteurs et les prises de courant, qui comprennent un joint d'étanchéité sur le devant de la boîte et calfeutrez toutes les entrées de fils.
- Ne faites passer aucun fil ou canalisation de plomberie du mur extérieur au mur intérieur à moins que tous les trous aient été calfeutrés (voir la Figure 6-16).
- Étanchéisez tous les cadres de portes et de fenêtres au moyen de mousse expansive et d'un produit de calfeutrage approprié (voir la Figure 7-7).
- Installez des joints d'étanchéité en mousse et calfeutrez la partie supérieure de la sablière et de tous les autres éléments d'ossature qui sont en

contact direct avec les planchers, les dalles, les murs intérieurs et le plafond.

- Étanchéisez tous les bords et les orifices des obstacles, comme les marches d'un escalier appuyé contre le mur extérieur.
- Encadrez et étanchéisez séparément les panneaux électriques qui ne sont pas posés en surface sur le revêtement de finition puis étanchéisez toutes les entrées dans le mur.
- N'oubliez pas d'isoler et de calfeutrer l'espace entre les solives (voir la section 6.2.6 Espace entre les solives de bordure) avant de fixer le revêtement de finition. Cet espace est particulièrement propice aux fuites d'air et doit être isolé et calfeutré adéquatement dans le cadre de toute rénovation du sous-sol.
- La finition doit comprendre un apprêt ou une peinture pare-vapeur.

6.2.4 Mur à ossature avec matelas isolant et isolant en panneaux rigides

Cette méthode consiste à coller l'isolant en panneaux rigides au mur de la fondation puis à le couvrir d'un mur à ossature comprenant un matelas isolant. Le résultat produit une valeur plus élevée d'isolation et moins de perte d'espace à l'intérieur; la méthode offre une très bonne réduction des ponts thermiques et il n'est pas nécessaire de poser un écran supplémentaire contre l'humidité. Comme les panneaux sont assez rigides, cette façon de procéder est plus efficace si les murs sont unis et verticaux (murs en blocs de béton ou en béton coulé). N'utilisez que des panneaux résistant à l'humidité, comme le polystyrène extrudé ou le polystyrène expansé de type 4.

Préparation

Suivez les directives de préparation indiquées à la section 6.2.1 Isolation de l'intérieur avec de l'isolant en panneaux rigides.

Pose

Posez de l'isolant en panneaux rigides d'une valeur RSI d'au moins 1,76 (R-10); ajustez les panneaux et scellez-les à la fondation en appliquant un ruban adhésif compatible à la mousse autour du périmètre des panneaux avant de les fixer au mur. Ainsi, si de la moisissure venait à se développer derrière l'isolant, elle y resterait confinée. L'étanchéisation des panneaux au mur forme un pare-air-vapeur qui est presque équivalent à la mousse à pulvériser. Des attaches mécaniques spéciales peuvent être employées si vous êtes sensible à la colle. Ajustez bien l'isolant afin d'éliminer la circulation d'air le long des bords. Utilisez un produit d'étanchéité à base de mousse d'uréthane et du ruban adhésif pour sceller tous les joints et recouvrements des panneaux.

Posez ensuite le mur à ossature directement sur les panneaux rigides. Suivez la technique expliquée à la section 6.2.3 Mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant.

Ajout d'isolant supplémentaire

Vous êtes prêt à faire la mise en place des fils et des canalisations de plomberie dans le mur à ossature; isolez les percées en suivant les directives expliquées à la section 6.2.3 Mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant. Pour de plus amples renseignements sur l'espace entre les solives, voir la section 6.2.6 Espace entre les solives de bordure.

Finition

Cette méthode ne requiert aucun pare-air-vapeur en polyéthylène, puisque cela risque de former un double pare-vapeur avec l'isolant en panneaux. Posez plutôt un pare-vapeur intelligent ou utilisez la méthode ADA.

Si vous utilisez un pare-vapeur intelligent, conservez suffisamment de membrane dans la partie du haut pour la joindre au pare-air posé dans l'espace entre les solives.

Si vous employez la méthode ADA, prêtez une attention particulière à l'étanchéisation à l'air et à la vapeur, sans oublier d'ajouter une couche de peinture pare-vapeur. Tout isolant exposé pourrait devoir être recouvert d'un matériau ignifuge, conformément aux exigences des codes du bâtiment.

6.2.5 Mur à ossature avec matelas isolant sur fond de mousse pulvérisée

Cette méthode d'isolation hybride est de plus en plus populaire. Il faut d'abord construire un mur à ossature posé à une distance de 25 à 50 mm (1 à 2 po) de la fondation; puis un entrepreneur pulvérise une couche d'environ 50 mm (2 po) de mousse de polyuréthane à moyenne ou à haute densité contre le mur. La mousse remplit et se lie aux éléments d'ossature et au mur, offrant une valeur d'isolation élevée (environ RSI 0,98 [R-5,6/po]) tout en réduisant les ponts thermiques et en formant un écran contre l'humidité. Le mur à ossature est ensuite comblé de matelas isolant.

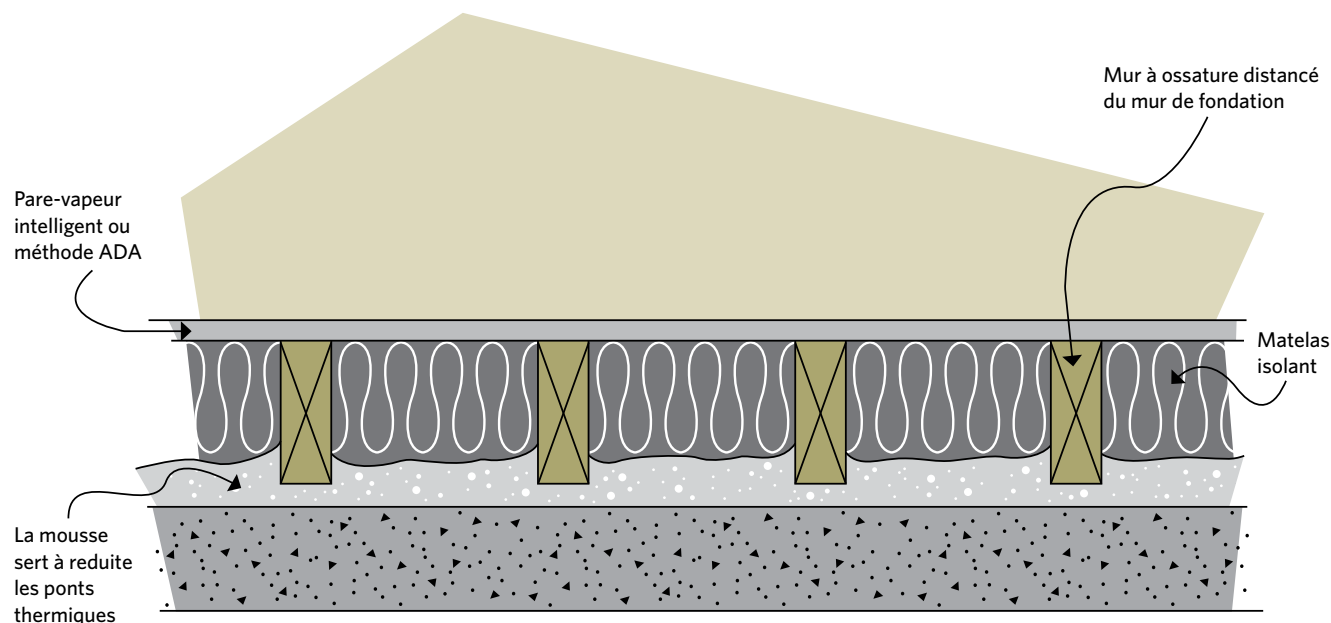
Le principal inconvénient à cette méthode est le coût plus élevé, mais elle diminue le besoin d'autres matériaux et de main-d'œuvre. Voir la Figure 6-17.

Préparation

Discutez sur place avec l'entrepreneur des mesures à suivre avant de procéder à la pulvérisation de la mousse. Il faut d'abord régler les problèmes importants, comme les fissures actives dans la structure et les fuites d'eau fréquentes et importantes.

Posez le mur à ossature éloigné de la fondation, selon les recommandations de l'entrepreneur, sans oublier la distance entre les poteaux de coin et les murs. Suivez les techniques de construction du mur à ossature indiquées à la section 6.2.3 Mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant.

Figure 6-17 Mur à ossature avec matelas isolant sur fond de mousse pulvérisée (vue de haut)



Ajout d'isolant supplémentaire

Dès que l'entrepreneur a pulvérisé la mousse, vous pouvez procéder à la mise en place et à l'étanchéisation des fils et des canalisations dans le mur. Il n'est pas recommandé avec cette méthode de poser un pare-vapeur en polyéthylène.

Pour de plus amples renseignements sur l'espace entre les solives, voir la section 6.2.6 Espace entre les solives de bordure. Pour la finition, voir la méthode d'isolation précédente à la section 6.2.3 Mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant.

6.2.6 Espace entre les solives de bordure

Cet espace sera tout simplement désigné dans le présent document « espace entre les solives ». Il désigne l'espace où les solives de planchers croisent les murs de fondation qui les supportent, dans les sous-sols et les vides sanitaires. En d'autres mots, c'est l'endroit où la charpente de la maison repose sur la fondation. Cet espace est propice aux fuites

d'air et est rarement bien isolé, ce qui se traduit par l'entrée de courants d'air, de poussière, de pollen et de vermine.

Il existe trois configurations de joints principales, chacune commandant une approche sur la meilleure façon d'étanchéiser et d'isoler cet espace :

- solives de plancher sur lisse basse (Figure 6-18a et Figure 6-19a);
- solives de plancher partiellement enfoncées dans la fondation (Figure 6-18b et Figure 6-19b);
- solives de plancher entièrement enfoncées dans la fondation (Figure 6-18c et Figure 6-19c).

S'il est impossible d'étendre l'isolant de la fondation extérieure pour qu'il couvre l'espace entre les solives, ce vide doit être isolé et scellé de l'intérieur.

Si les murs de la fondation sont isolés de l'intérieur, le pare-air-vapeur doit être continu pour le mur et l'espace entre les solives.

La Figure 6-19 montre la façon d'étanchéiser et d'isoler les trois types d'espaces entre les solives.

Pour les solives entièrement enfoncées dans la fondation, ne dépassez pas une épaisseur maximale de 25 mm (1 po) d'isolant en panneaux, puisque le béton sous le plancher risque de refroidir et de rendre plancher susceptible aux dommages.

Pour toutes les approches illustrées à la Figure 6-18 et à la Figure 6-19, il est possible que les codes du bâtiment recommandent des niveaux d'isolation; vérifiez auprès des spécialistes de votre région pour connaître les niveaux et les techniques recommandés.

La mousse en polyuréthane posée par un entrepreneur accrédité assure une excellente étanchéisation et isolation de cet espace. Cependant, la mousse doit être recouverte d'un matériau ignifuge si elle n'est pas couverte par le plafond du sous-sol.

6.2.7 Complications

Les situations suivantes pourraient compliquer la pose de l'isolant.

Présence de tuyaux, de conduits ou de panneaux électriques contre le mur

- Décalez les conduites d'eau du mur ou posez l'isolant et le pare-vapeur derrière les tuyaux pour qu'ils soient du côté chaud. Ne posez jamais d'isolant devant les tuyaux. Tous les tuyaux qui traversent le pare-air-vapeur devraient traverser un boîtier de contre-plaqué qui est scellé au pare-air-vapeur principal et les espaces autour des tuyaux doivent être calfeutrés.
- Il ne faut pas isoler autour des tuyaux de fumée. Le type de tuyau de fumée détermine la distance à respecter. Vérifiez auprès du fabricant ou d'un spécialiste en système de chauffage. On doit

aussi respecter certaines distances entre les calorifères, les poêles à bois, les foyers et le mur; si vous ne pouvez pas respecter la distance requise, il vaut mieux ne pas isoler.

- Soyez prudent lorsque vous travaillez auprès du panneau électrique. Même si l'on coupe le courant de la maison, le panneau demeure sous tension. Faites appel à un électricien pour vous aider à sceller ou à déplacer le panneau en vue de l'installation du nouveau mur.

Le mur du sous-sol comporte une fenêtre

- Au moyen d'un produit de calfeutrage (mousse à faible expansion), scellez le joint entre le cadre de la fenêtre et le mur. Scellez ensuite le cadre au pare-vapeur.

6.2.8 Murs irréguliers ou en moellons dans le sous-sol et le vide sanitaire

Un sous-sol irrégulier est habituellement fait de pierres ou de moellons bruts et est rarement imperméabilisé à l'extérieur (voir la Figure 6-2). Les travaux de rénovation à l'extérieur sont toujours recommandés, mais il est possible d'isoler de l'intérieur s'il n'y a pas de problèmes de fuites d'eau ou d'humidité.

Couvrez d'abord le mur intérieur d'un crépi à base de ciment afin d'uniformiser la surface et de protéger le mortier. Construisez ensuite un mur à ossature, ajoutez un matelas isolant d'une valeur maximale RSI 2,1 (R-12) et finissez selon les directives expliquées à la section 6.2.3 Mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant.

En règle générale, il ne faut pas choisir des valeurs d'isolation plus élevées en raison du risque que le mur soit sujet à des cycles de gel et dégel très dommageables. Vérifiez auprès des spécialistes en construction de votre région pour obtenir plus d'information sur la façon de composer avec ce problème.

Figure 6-18 Réduction des fuites d'air dans l'espace entre les solives

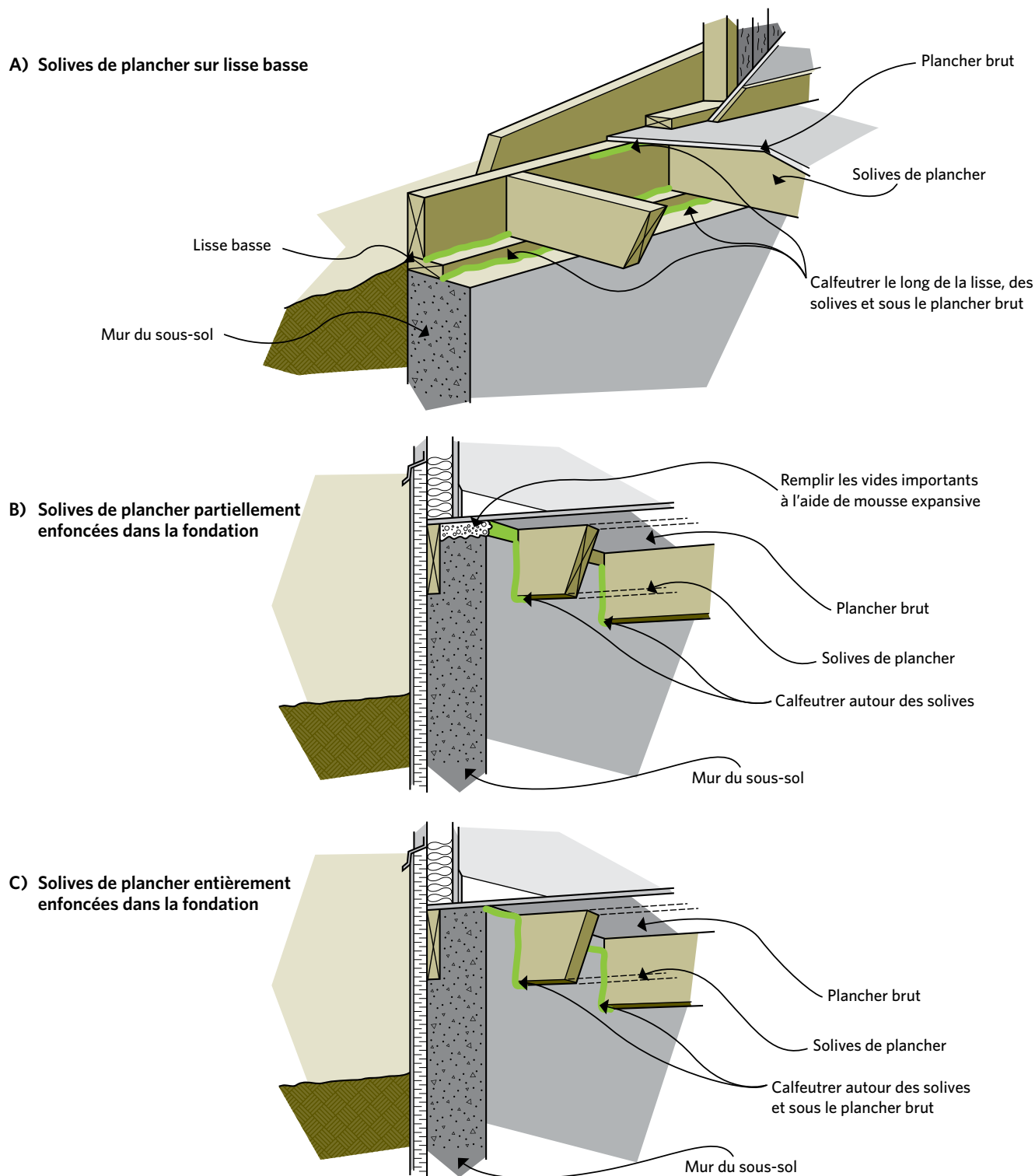
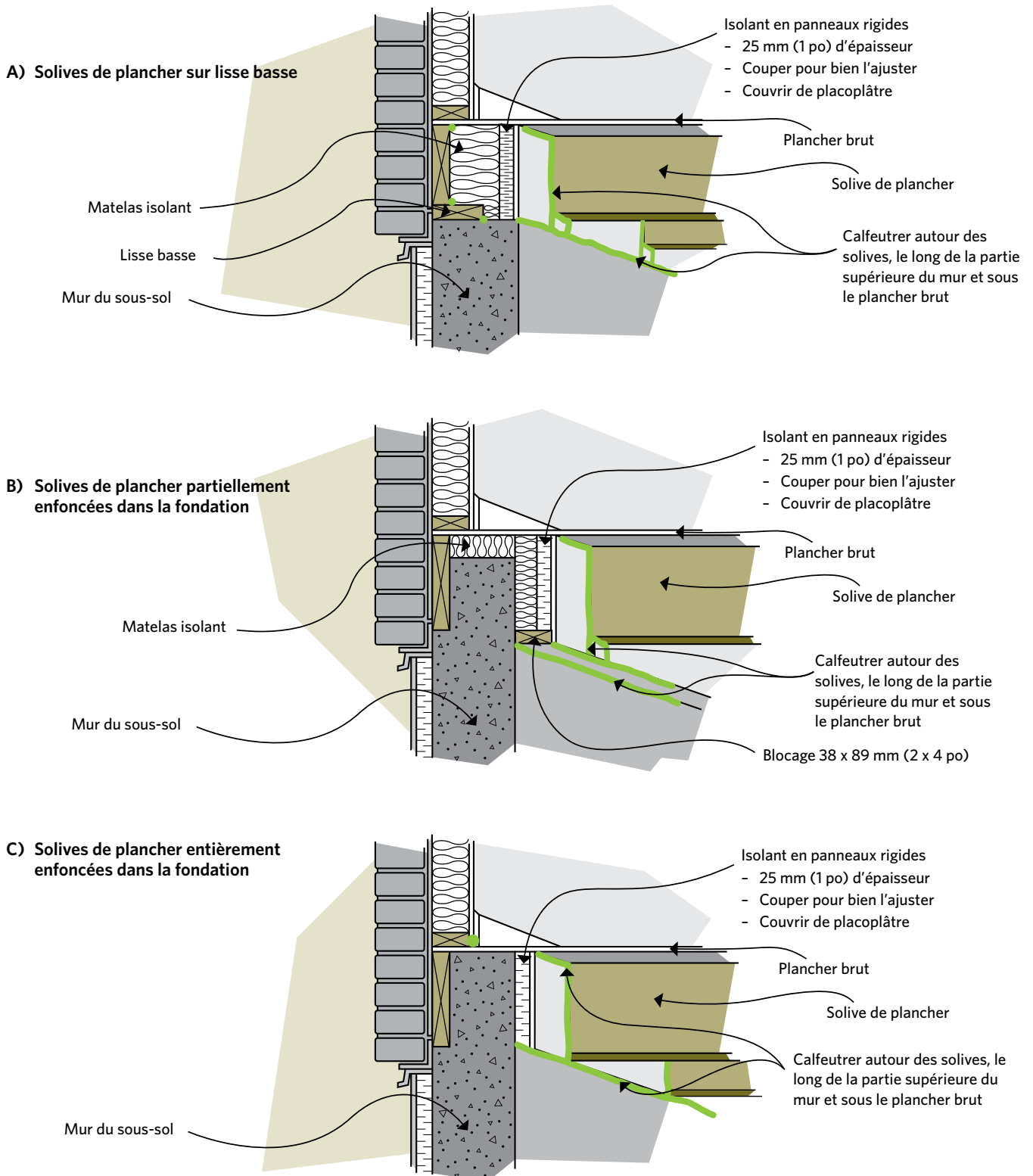


Figure 6-19 Isolation de l'espace entre les solives



La mousse à pulvériser en polyuréthane à alvéoles fermées a été utilisée pour réduire les problèmes d'humidité des murs en moellons puisqu'elle offre également une certaine valeur de protection thermique. N'excédez pas une valeur RSI 2,1 (R-12). Ce produit doit être posé par un installateur accrédité puis être recouvert d'un matériau ignifuge approprié.

Pour les sous-sols très humides subissant des inondations et présentant des problèmes d'humidité importants, il pourrait être préférable de ne pas isoler les murs du sous-sol. Consultez plutôt les spécialistes en construction de votre région ainsi qu'un entrepreneur général d'expérience sur la possibilité de traiter les espaces entre les solives comme s'ils formaient un plancher exposé et isolé.

D'autres modifications seront nécessaires concernant la plomberie et le système de chauffage.

6.2.9 Une partie du sous-sol comprend une chambre froide ou un garage non chauffé

Il faut isoler le mur attenant à la chambre froide ou au garage non chauffé comme s'il s'agissait d'un mur de sous-sol extérieur. Installez de l'isolant et un coupe-bise à la porte qui donne accès au sous-sol. Isolez le plafond comme on l'indique à la section 6.4 Vides hors-sol et à la Figure 6-11.

Si vous isolez votre chambre froide, vérifiez-en la température durant l'hiver afin d'ajuster le niveau d'isolation pour éviter tout risque de gel. Si la pièce est trop chaude ou que le plancher au-dessus est froid, vous pourriez isoler le plafond de la chambre froide (voir la section 6.4 Vides hors-sol).

6.2.10 Murs nains du sous-sol

Un mur nain consiste en une petite section de mur à ossature de bois sur une fondation de béton classique. Dans ce cas, la section à ossature de bois est isolée entre les poteaux et la section de béton

est isolée de l'intérieur (s'il n'y a pas de problèmes d'humidité). L'isolant sur le béton est rallongé de 200 mm (8 po) pour chevaucher la section de la charpente. Il se forme ainsi une pièce d'appui (voir la Figure 6-20). Pour éviter cette pièce d'appui, posez un mur à ossature du plancher au plafond et remplissez la cavité murale d'isolant.

Cette méthode offre un meilleur rendement thermique mais crée un cadre de fenêtre plus profond.

Figure 6-20 L'isolation d'un mur nain se fait en deux étapes et forme une pièce d'appui

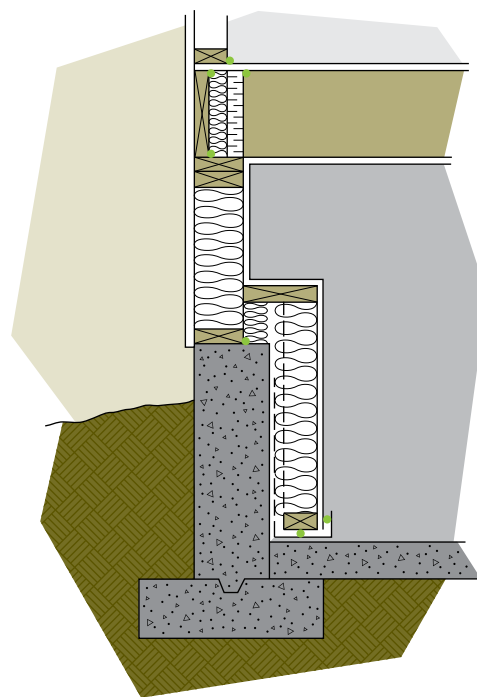
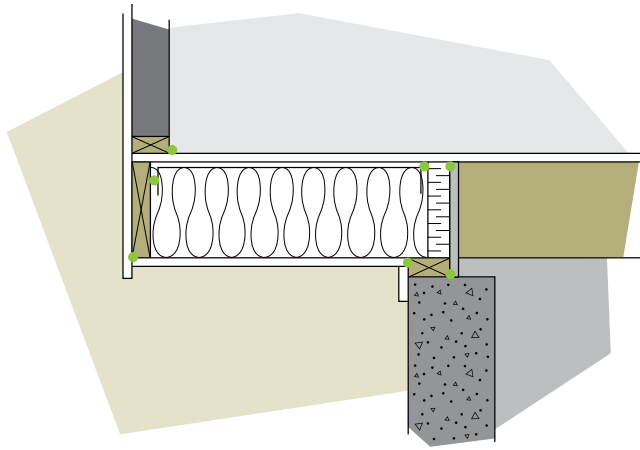


Figure 6-21 Les surplombs doivent être scellés avant d'être isolés



6.2.11 Surplombs

Scellez et isolez les planchers en surplomb au-dessus d'une fondation. Il est habituellement possible d'enlever la finition sous les surplombs et de sceller l'espace entre les solives au-dessus de la fondation avec de la mousse de polyuréthane ou de l'isolant rigide peu perméable bien calfeutré. Isolez l'espace entre les solives avec des matériaux d'isolation en matelas ou en rouleau et posez un pare-air avant de réinstaller le revêtement de finition.

Dans certains cas, il est possible de poser une couche d'isolant en panneaux rigides avec protection extérieure sous le surplomb, mais l'espace doit tout de même être scellé et isolé au préalable. Vous pourriez aussi demander à un entrepreneur de pulvériser de la mousse dans les cavités ou de souffler un isolant en fibre de haute densité par les trous percés en sous-face.

6.2.12 Planchers de sous-sol

Comme la plus grande perte thermique survient par la partie supérieure des murs de la fondation, les dalles de plancher du sous-sol sont rarement isolées.

Pour améliorer le confort, le contrôle de l'humidité et réduire les émanations de radon, il faut poser une barrière contre l'humidité sur le plancher ou sceller celui-ci afin d'éviter l'accumulation d'humidité entre l'isolant et la dalle. Vous pouvez aussi installer un système de drains sous un nouveau plancher.

Si vous installez ou remplacez une dalle de plancher en béton, vous avez là une belle occasion de faire installer un sol chauffant ou de préparer le plancher à recevoir un système de chauffage par rayonnement. On le prépare en installant les canalisations de chauffage et l'isolant avant de couler la nouvelle dalle de béton, permettant ainsi un usage ultérieur du *chauffage par rayonnement* (peut-être même à l'énergie solaire) dans cette partie de la maison. Consultez un entrepreneur en chauffage ayant de l'expérience en matière de chauffage de plancher à eau chaude.

6.2.13 Sous-sols inhabités et vides sanitaires

On utilise parfois de la mousse en polyuréthane de densité moyenne ou haute dans les sous-sols et les vides sanitaires comportant des murs en béton coulé, en blocs de béton, en briques ou en moellons et qui ne sont pas des espaces habités. Dans ce cas, la mousse est pulvérisée directement sur les murs de la fondation puis on y vaporise un produit ignifuge, conformément aux exigences du code du bâtiment en vigueur dans la région.

6.3 VIDES SANITAIRES

On peut isoler un vide sanitaire de l'une des deux façons suivantes :

- en isolant les murs du vide sanitaire de l'intérieur ou de l'extérieur, créant ainsi une aire chauffée;
- en posant de l'isolant sous le plancher situé juste au-dessus afin d'empêcher la chaleur de s'échapper dans le vide sanitaire.

Il est recommandé de s'attaquer aux vides sanitaires chauffés comme s'ils étaient des petits – parfois très petits – sous-sols et de les rénover en suivant les

directives indiquées précédemment dans le présent chapitre.

Réglez tout problème de fuite d'eau et éliminez les sources d'infiltration d'eau, tel qu'expliqué à la section 2.4 Contrôle du flux d'humidité.

N'oubliez pas surtout de ne jamais diriger l'air de la sècheuse dans un sous-sol ou un vide sanitaire.

On recommande d'isoler les murs du vide sanitaire pour éviter d'avoir à isoler et à protéger du froid toutes les canalisations de plomberie et tous les conduits du système de chauffage. Il est possible d'isoler le vide sanitaire de l'extérieur afin de réduire le risque de problèmes d'humidité qui peuvent survenir dans certains vides sanitaires dont le degré d'humidité est élevé et de garder le sol chaud sous la semelle. Il est plus facile d'isoler les murs que le plafond, surtout lorsque le vide sanitaire est peu profond ou que l'espace entre les solives est variable. En outre, il faut moins de matériaux pour isoler les murs comparativement aux plafonds.

S'il n'y a pas déjà de pare-humidité qui recouvre le sol du vide sanitaire, il faut en poser un. Utilisez à cette fin du polyéthylène d'au moins 0,10 mm (4 millièmes de pouce), transparent ou opaque dont les feuilles se chevauchent, calfeutrez et posez du ruban sur les joints. Bien qu'il soit plus difficile à trouver, il est préférable de poser du polyéthylène blanc opaque qui rend l'espace plus clair, laisse voir plus facilement les fuites ou les passages de la vermine et masque l'humidité ou la moisissure qui pourrait se produire de l'autre côté du plastique.

Fixez mécaniquement la barrière contre l'humidité aux murs et à tous les obstacles qu'elle ne peut couvrir, comme les poutres de plancher. Elle doit également être scellée à tout pare-humidité ajouté aux murs. Pour empêcher le plastique d'onduler, comme cela risque de se produire à l'occasion, maintenez-le en place à l'aide de bouts de planche ou d'autres pièces de rebuts non-rugeux. Si vous devez occasionnellement aller dans le vide

sanitaire, recouvrez le polyéthylène d'une bande de revêtement de sol en plastique. N'utilisez pas de sable ou de gravier.

6.3.1 Isolation d'un vide sanitaire chauffé

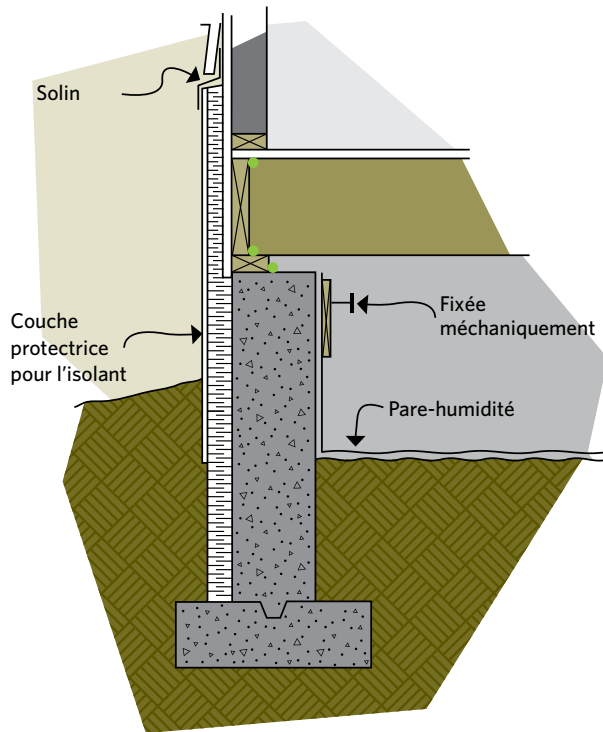
De l'extérieur

- Isolez les murs extérieurs selon les instructions données précédemment pour l'isolation des murs extérieurs d'un sous-sol (voir la Figure 6-22 et la section 6.1 Isolation du sous-sol de l'extérieur).
- S'il est impossible d'isoler complètement tous les murs du vide sanitaire de l'extérieur (à cause d'obstacles tels un perron de béton ou une entrée de cour recouverte d'asphalte), il faut isoler de l'intérieur à ces endroits. Assurez-vous que les parties intérieure et extérieure se chevauchent sur au moins 610 mm (24 po). Voir la Figure 6-11.
- À moins que le vide sanitaire ne s'ouvre directement sur le sous-sol, il faut prévoir un type de ventilation. N'utilisez pas d'évents qui s'ouvrent sur l'extérieur, puisqu'il y a un risque d'augmenter la condensation en été. Intégrez plutôt le vide sanitaire à un système de ventilation de l'ensemble de la maison ou envisagez de recourir à un déshumidificateur. Tout évent déjà en place doit être scellé de façon permanente si vous rénovez complètement l'espace en vue de le chauffer.
- Si la semelle de la fondation est au-dessus de la ligne de gel, il vaut mieux isoler de l'extérieur. Ainsi, les murs seront plus chauds et il n'y aura aucun danger de soulèvement dû au gel. Les semelles peu profondes peuvent être conservées chaudes en plaçant une couche d'isolant à l'horizontale inclinée par rapport à la fondation.

De l'intérieur

- Si vous utilisez des panneaux rigides ou un isolant en mousse, procédez de la même façon que pour l'intérieur d'un sous-sol. (Voir la section 6.2 Isolation du sous-sol de l'intérieur.) Occupez-vous de l'espace entre les solives en

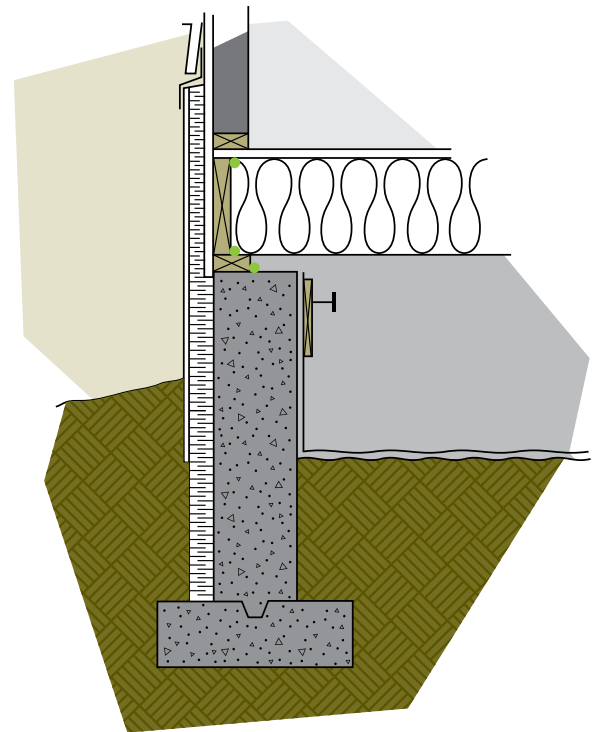
Figure 6-22 L'isolation d'un vide sanitaire de l'extérieur se fait de la même façon que l'isolation d'un mur de fondation pleine hauteur



suivant les directives de la section 6.2.2 Isolation de l'intérieur avec mur à ossature. Si vous utilisez de l'isolant en mousse, demandez à l'inspecteur en bâtiment de votre région s'il est nécessaire de poser un revêtement ignifuge dans le vide sanitaire.

- Posez un écran contre l'humidité (polyéthylène) sur le plancher du vide sanitaire et assurez-vous qu'il y a une ventilation adéquate, tel qu'indiqué à la troisième puce de la rubrique 6.3.1 Isolation d'un vide sanitaire chauffé de l'intérieur.

Figure 6-23 L'isolation des murs et du plancher crée un vide sanitaire partiellement chauffé



6.3.2 Isolation d'un vide sanitaire partiellement chauffé

Il est possible d'isoler entre et sous les solives, et de créer un vide sanitaire non chauffé. Cependant, cela peut parfois entraîner des problèmes de tuyaux gelés, de sol gelé et peut-être de la pourriture au bout des solives. Pour ces raisons, il est recommandé d'isoler le plancher seulement si on isole les murs de fondation pour créer un vide sanitaire partiellement chauffé.

Remarques d'ordre général

- Il faut poser le pare-air-vapeur du côté chaud (sur le dessus) de l'isolant. Si le plancher au-dessus du vide sanitaire est déjà recouvert d'un matériau imperméable (revêtement vinylique, linoléum ou

contre-plaqué), vous disposez alors d'un pare-air-vapeur suffisant. Les matériaux solides du plancher peuvent servir de pare-air-vapeur, mais assurez-vous de déceler et de colmater toutes les fuites d'air (trous de conduites et de fils). Le périmètre des solives de bordure doit absolument être étanche et peut être scellé avec de la mousse de polyuréthane.

- L'isolant en matelas peut être maintenu en place au moyen de papier de construction qui respire agrafé aux solives, de treillis métallique, de bandes de polystyrène (type 1 ou 2) ou d'un système commerciale de soutien.
- Ajustez l'isolant contre la sous-face du plancher au-dessus, en remplissant l'espace entre les solives et le matériau de soutien.
- Posez du ruban adhésif sur les joints des conduits de chauffage et isolez tout conduit de chauffage ou toute canalisation d'eau se trouvant dans le vide sanitaire. N'oubliez pas que même les tuyaux d'eau isolés peuvent geler si la température du vide sanitaire descend sous le point de congélation. Envisagez la possibilité d'installer un câble chauffant électrique éconergétique autorégulé pour protéger les canalisations.
- Il faut s'assurer que le vide sanitaire est bien ventilé au printemps. Pour cela, il faut prévoir un rapport de 1:500 (surface des événements par rapport à la surface du plancher). N'aérez pas le vide sanitaire durant l'hiver; les événements devraient être bouchés et isolés pour cette saison. Inspectez le vide sanitaire et contrôlez le niveau d'humidité au moins une fois par mois.
- Il faut ajouter un pare-humidité sur le plancher du vide sanitaire. Si le sous-sol a une partie pleine hauteur et un vide sanitaire où le plafond a été isolé, isolez aussi le mur séparant le sous-sol du vide sanitaire.
- Si le plancher du vide sanitaire est en dessous du niveau du sol à l'extérieur, il y a un risque qu'en cas de soulèvement causé par le gel, les murs soient repoussés vers l'intérieur. Il faut donc

essayer d'éloigner l'eau le plus possible de la fondation.

- Pour plus de sûreté, on peut installer dans le vide sanitaire une petite chaufferette pourvue d'un thermostat. L'appareil se mettra en marche automatiquement pour empêcher le vide sanitaire de geler.

6.4 VIDES HORS-SOL

Certaines vieilles maisons, maisons modulaires ou mobiles, et certains chalets ont des vides hors-sol et des planchers exposés. Ils devraient être isolés entre les solives de la même façon que les vides sanitaires, en posant le pare-vapeur au-dessus de l'isolant (toujours du côté chaud) plutôt qu'en dessous. Les fuites d'air devraient être scellées et l'isolant devrait être protégé du vent, des insectes et des animaux. Il est possible de construire une jupe isolante autour de la fondation et de créer ainsi un vide sanitaire chauffé.

En ce qui concerne les maisons modulaires et mobiles, le plancher peut comprendre un système d'isolant ensaché. Il est essentiel de sceller tous les trous et toutes les entrées dans ce type de système. Ayez soin de sceller les sacs autour des canalisations d'eau et d'égout, des conduites de gaz ou de mazout et de la prise d'air de combustion de l'appareil de chauffage.

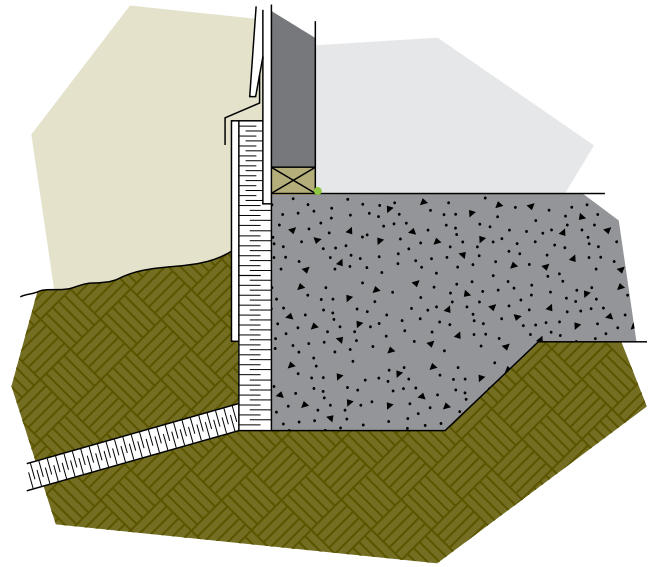
Si l'espace entre les solives est déjà fermé, envisagez la possibilité de faire souffler de l'isolant en vrac à haute densité pour qu'il n'y ait pas d'espace d'air entre le plancher au-dessus et l'isolant. Vous pouvez aussi poser une mousse à moyenne ou haute densité qui servira de pare-air-vapeur et de première couche d'isolant.

Dans tous les cas, ne dirigez jamais l'air de la sècheuse dans l'espace sous le plancher.

6.5 DALLES EN BÉTON SUR LE SOL

Pour les maisons ayant une fondation de dalles sur le sol, on procède exactement de la même façon que pour l'isolation d'un sous-sol pleine hauteur, de l'extérieur (voir la section 6.1 Isolation du sous-sol de l'extérieur). Si les fondations sont établies sur des sols susceptibles de geler, posez une couche d'isolant imperméable à l'horizontale en respectant un rapport de pente 1:5 sur au moins un mètre (3 pieds). Pour plus de renseignements, consultez le bureau de construction de votre région.

Figure 6-24 L'isolant en panneaux rigides enfoui en pente dans le sol empêche les dalles sur le sol de geler



Emprisonnons la chaleur

7 L'isolation des murs

7.1 Isolant soufflé

7.2 Rénovation de l'intérieur

7.3 Rénovation de l'extérieur

7.4 Endroits divers : garages attenants et autres espaces

7.5 Ajouts et nouvelles constructions

L'ISOLATION DES MURS

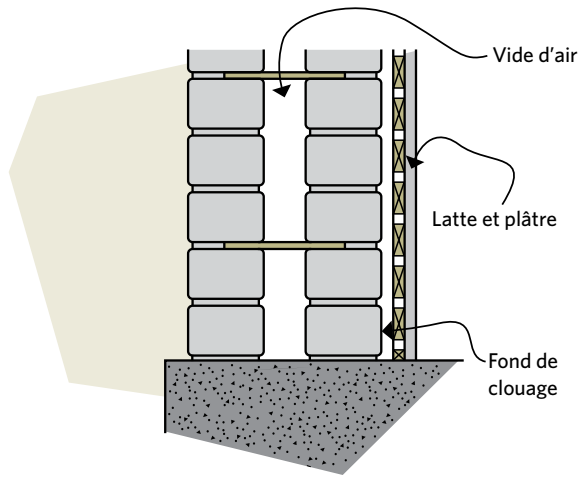
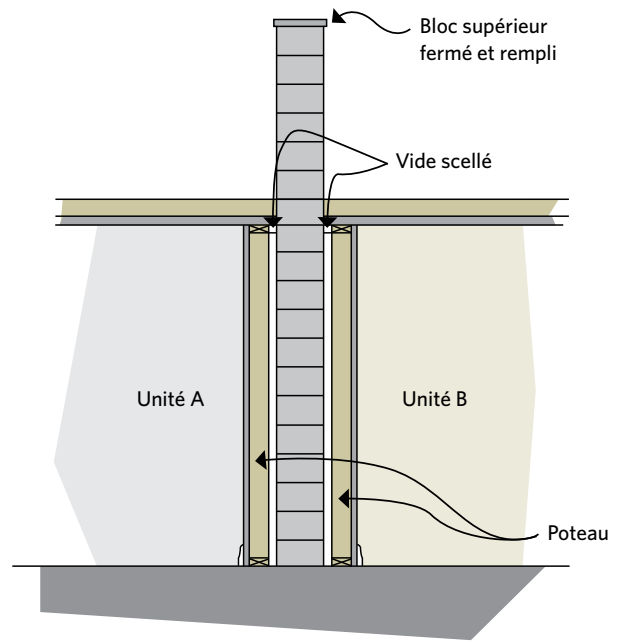
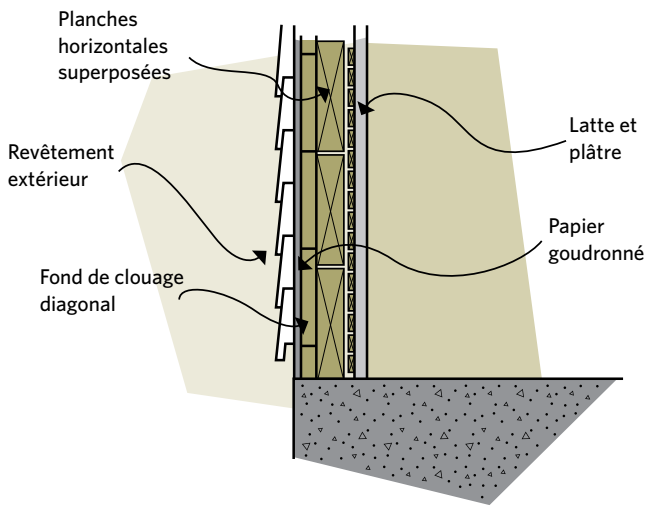
Les murs sont la source d'environ 20 p. 100 des pertes thermiques d'une maison. En plus des pertes thermiques par les murs, il y a beaucoup de fissures et d'ouvertures qui permettent aux fuites d'air de s'infiltrer dans la maison ou de s'exfiltrer vers l'extérieur.

Types de murs

On retrouve principalement trois types de murs dans les maisons canadiennes.

i) Murs massifs

Les murs massifs – faits de briques, de pierres, de blocs de béton, de bois rond ou de planches de bois – n'ont pas de cavités qui peuvent être isolées. La seule option est d'ajouter de l'isolant à l'extérieur ou à l'intérieur. Beaucoup de ces murs, y compris les murs en briques double épaisseur (voir la Figure 7-1) ont une petite cavité, habituellement de moins de 25 mm (1 po), qui forme un plan de drainage pour recueillir et drainer l'eau du mur. Il ne faut jamais isoler ces cavités ou boucher ces trous de drain.

Figure 7-1 Mur de briques double épaisseur**Figure 7-3** Construction en blocs de béton, un mur mitoyen et un mur ouvert**Figure 7-2** Mur de planches de bois

Il faut plutôt sceller toutes les fuites d'air possibles dans le mur de blocs et s'assurer que la partie supérieure des blocs est fermée. Lorsque les blocs forment les murs mitoyens entre des unités d'habitation, les fuites d'air surviennent souvent dans l'espace entre le mur de blocs et le revêtement de finition intérieur. Assurez-vous que cet espace est bien étanche.

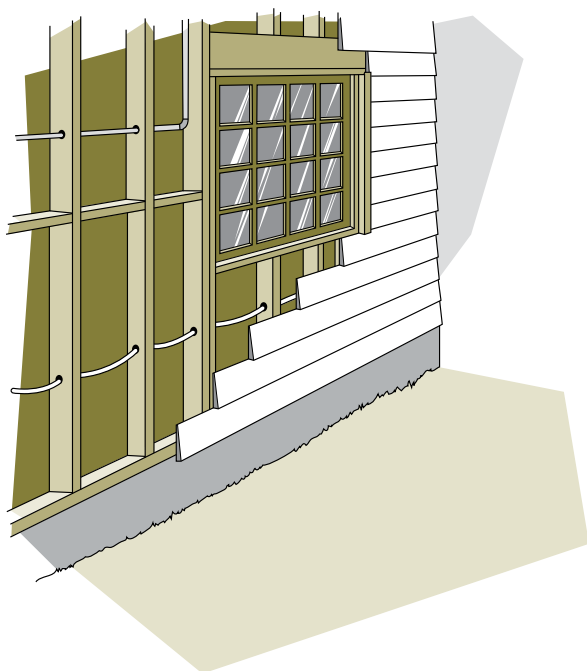
iii) Murs à ossature

Les murs à ossature ont une cavité qui peut être isolée. Différentes techniques de construction déterminent la dimension de la cavité et l'accessibilité de l'intérieur ou de l'extérieur. La construction du mur influe également sur certaines caractéristiques qui peuvent gêner l'isolant, y compris la lisse basse et la sablière, les coupe-feu, le blocage, la plomberie, les fils électriques et les conduits de chauffage.

ii) Blocs de béton

En général, les murs en blocs de béton ont des cavités qui permettent à l'air de circuler, augmentant ainsi les pertes par convection. L'isolation de ces cavités offre une résistance thermique minimale puisque les structures internes des blocs et le mortier continuent de servir de pont thermique.

Figure 7-4 Les obstacles possibles dans le mur comprennent les fils électriques, les tuyaux, le blocage, les portes et fenêtres



Les maisons à ossature revêtue d'un placage en brique ont normalement un vide d'air de 25 à 50 mm (1 à 2 po) entre le mur et les briques, ce qui fait partie du plan de drainage. Il ne faut pas isoler ce vide. De toute façon, l'isolation sur la surface d'un mur extérieur qui comprend un vide pour le plan de drainage ne sera tout simplement pas très efficace. Il est préférable de poser l'isolant directement à l'extérieur du mur à ossature puis d'ajouter le pare-air, le plan de drainage et le parement appropriés, à moins que le produit en particulier et les directives quant à la pose tiennent compte de ces exigences. La grande cavité dans le mur à ossature peut être isolée.

Possibilités d'améliorations

Il est possible d'isoler les murs à ossature avec cavité vide ou partiellement isolée en injectant de l'isolant

à haute densité par le haut et le bas, ou de l'intérieur ou de l'extérieur. L'isolation doit comprendre l'étanchéisation à l'air, comme on l'indique au chapitre 4 Mettre fin aux fuites d'air.

L'isolation des murs peut faire partie de travaux de réparation ou de rénovation importants. De l'intérieur, ces travaux comprennent la réparation des murs, le remplacement de fils électriques, l'isolation et la pose d'un pare-vapeur, du placoplâtre et de la finition. De l'extérieur, l'isolation peut être combinée avec la pose d'un nouveau revêtement.

Attaquez-vous aux problèmes d'humidité ou de structure avant d'effectuer l'isolation. Ces problèmes se manifestent par des taches, de la moisissure, de la pourriture et des fissures sur le fini du mur intérieur et dans le revêtement extérieur, et par des fenêtres et portes qui ne s'ouvriront pas parce qu'elles ne sont pas d'équerre.

Il est important de tenir compte des pare-air et pare-vapeur, tout particulièrement si vous ajoutez de l'isolant au mur actuel de l'intérieur ou de l'extérieur. Le pare-vapeur doit être posé sur le tiers chaud du mur fini (voir la Figure 2-12 pour plus de détails). Vous devez également tenir compte de l'emplacement et de l'état des vieux pare-vapeur qui peuvent n'être que des murs de plâtre recouverts de plusieurs couches de peinture.

7.1 ISOLANT SOUFLÉ

De nos jours, les entrepreneurs arrivent à souffler de l'isolant en vrac ou à pulvériser un isolant en mousse autorisé même dans les cavités des murs à ossature de bois partiellement isolés. Au moyen de techniques de soufflage d'isolant à haute densité, l'isolant de fibre cellulosique, de fibre de verre ou composé d'autres mousses autorisées comprimera le matelas isolant en place et remplira les espaces vides tout en offrant une bonne valeur d'étanchéisation à l'air. Comme le vide interne entre les poteaux est probablement d'environ 89 à 102 mm (3 ½ à 4 po) d'épaisseur, le gain en résistance thermique

risque d'être limité, surtout si le mur comporte déjà un certain isolant. Cependant, au lieu d'ajouter un isolant à l'intérieur ou à l'extérieur, vous pourriez obtenir ainsi de bons résultats. Avant de commencer, essayez de regarder derrière les prises de courant (en interrompant, bien sûr, le courant) pour découvrir ce qu'il y a à l'intérieur du mur.

Il faut percer un petit trou entre tous les poteaux afin de permettre l'injection de l'isolant. La plupart du temps, il est nécessaire de percer d'un à cinq trous par étage, sans oublier ceux au-dessus et en dessous des portes et des fenêtres. On insère un long tube dans chaque trou du haut ou du bas de l'espace entre les poteaux. On retire le tube par étape, au fur et à mesure que l'espace s'emplit à la densité adéquate.

Pour vous aider à choisir l'isolant approprié aux travaux que vous souhaitez réaliser, consultez les caractéristiques des isolants en vrac soufflés ou en mousse pulvérisée décrites au chapitre 3 Les matériaux.

Choisissez soigneusement votre produit et la technique d'installation. Pour des résultats optimaux, consultez un entrepreneur chevronné. Voyez à ce que la densité recommandée par le fabricant paraisse dans le contrat signé avec l'entrepreneur. Ce dernier doit calculer la quantité et la densité requises, puis vous devez convenir ensemble du nombre de sacs ou de contenants d'isolant à employer.

N'acceptez qu'une légère variation de ce nombre parce que si l'entrepreneur n'utilise pas suffisamment d'isolant, il risque de se tasser et de laisser des vides dans les murs. Par contre, s'il en utilise trop, une partie de l'isolant peut s'échapper du mur et aboutir dans le vide sous un plancher ou dans un autre endroit où il serait inutile. Une trop forte densité pourrait faire gonfler les murs. Vérifiez auprès de l'entrepreneur de quelle façon il compte boucher et sceller les trous après le travail, ainsi que la finition proposée.

Application de l'isolant

Il y a trois façons possibles de procéder :

- depuis l'intérieur;
- depuis l'extérieur;
- depuis le sous-sol ou l'entretoit.

i) Depuis l'intérieur

On peut percer de petits trous de 15 à 50 mm ($\frac{5}{8}$ à 2 po) à travers le revêtement intérieur du mur et souffler ou injecter l'isolant directement dans le mur. Il faut prendre soin de bien boucher et sceller les trous après le travail.

Si vous devez remplacer ou recouvrir le revêtement intérieur, il devrait être possible :

- de percer les trous;
- de souffler ou d'injecter l'isolant;
- de poser un pare-air-vapeur bien scellé par-dessus le revêtement existant;
- de recouvrir le tout d'un placoplâtre et d'un nouveau revêtement de finition.

ii) Depuis l'extérieur

La plupart des parements extérieurs peuvent être percés, soulevés et retirés de façon à accéder à l'espace entre les poteaux juste derrière. Dans certains cas, on peut enlever temporairement une brique au point d'injection et avoir suffisamment de place pour réparer les trous pratiqués dans le revêtement. On peut idéalement combler deux sections de poteaux à partir d'une brique, bien que, avec cette technique, chaque espace entre les poteaux puisse nécessiter deux trous ou plus. N'isolez pas la cavité de drainage entre le placage en brique et les poteaux. Il faut veiller à ce que l'entrepreneur referme toutes les ouvertures qu'il a pratiquées au fur et à mesure que les travaux avancent, et pas seulement à la fin des travaux, pour éviter les fuites d'eau dans le mur en cas d'orage.

iii) Depuis le sous-sol ou l'entresol

C'est parfois la manière la plus facile de procéder, pourvu qu'on ait un accès et que la cavité soit ouverte de haut en bas comme pour les charpentes à claire-voie. Il faut combler entièrement tous les vides entre les poteaux, en tenant compte de la présence de fenêtres et de portes, de coupe-feu, de contreventements diagonaux et de tout autre obstacle éventuel présent dans la cavité murale. L'entrepreneur vérifiera pour déterminer si le mur doit être rempli par le haut, le bas, ou les deux, selon les obstacles (voir la Figure 7-4). Après le remplissage du mur, veillez à ce que les trous soient bien scellés.

7.2 RÉNOVATION DE L'INTÉRIEUR

Si vous envisagez d'effectuer des rénovations d'envergure, vous pouvez procéder de l'une des deux façons suivantes : refaire le mur existant ou assembler un nouveau mur contre l'ancien.

7.2.1 Refaire le mur existant

Si vous avez une maison à ossature de bois, enlevez le panneau de revêtement ou le plâtre, ajoutez de l'isolant ou améliorez l'isolant présent dans la cavité puis installez le pare-vapeur, le placoplâtre et la finition. Mieux encore, réduisez le pont thermique en augmentant l'espace entre les poteaux et en ajoutant un fond de clouage horizontal de 50 mm x 50 mm (2 po x 2 po), de 50 mm x 76 mm (2 po x 3 po), ou de 50 mm x 89 mm (2 po x 4 po) puis remplissez l'espace d'isolant.

Ajoutez un pare-vapeur sur le côté chaud du mur d'au moins un tiers de la valeur isolante totale du mur. (Voir la règle $\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$ à la section 2.4 Contrôle du flux d'humidité.)

Comme solution de rechange, après avoir rempli la cavité d'isolant, vous pouvez visser ou clouer de l'isolant en panneaux de polystyrène directement sur les poteaux exposés. Les panneaux, avec leur valeur RSI (R) élevée, utilisent moins d'espace intérieur et

procurent une barrière thermique. Selon le type et l'épaisseur des panneaux utilisés, vous devez soit sceller les panneaux pour qu'ils forment un pare-vapeur ou poser un pare-vapeur approprié (voir le chapitre 3 Les matériaux).

Si vous envisagez de retenir les services d'un professionnel pour poser un isolant en mousse à vaporiser, deux options s'offrent à vous : la mousse à faible densité et celle à haute densité.

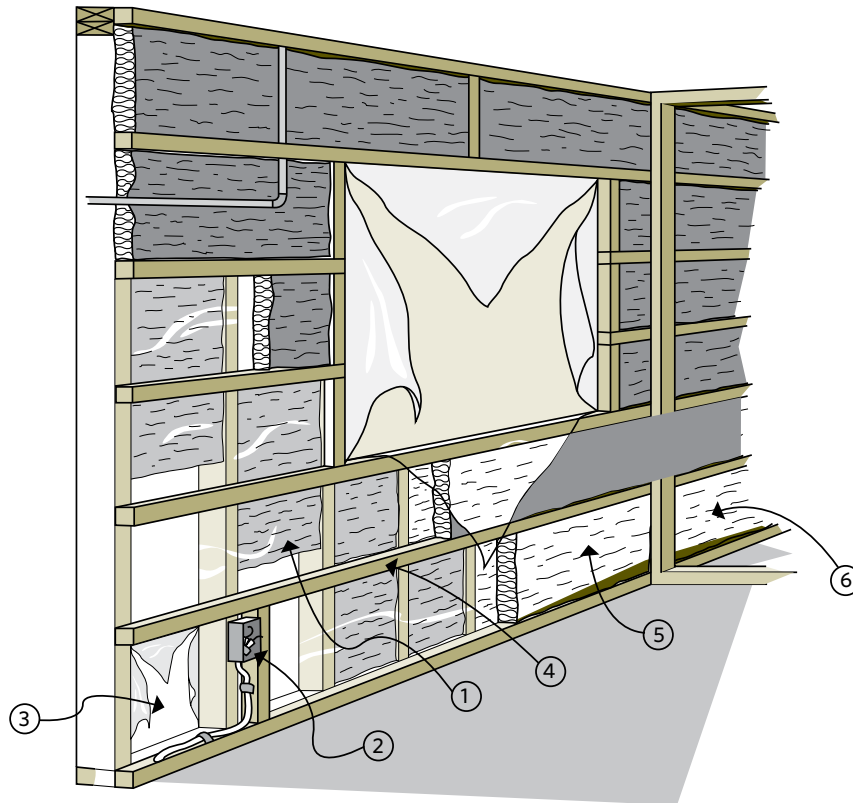
Pour les applications à faible densité, vous pouvez choisir d'enlever l'isolant en place dans la cavité murale et de la remplir avec la mousse isolante ou, mieux encore, de garnir de fourrures le mur puis de remplir complètement cet espace devenu plus profond. La mousse à faible densité servira de pare-air mais vous devrez poser un pare-vapeur en plus, avant de couvrir le mur de placoplâtre et d'un revêtement de finition.

Pour la mousse à haute densité, garnissez d'abord le mur de fourrures pour créer une cavité plus profonde. Vaporisez une couche continue de mousse (d'au moins 50 mm [2 po]) contre le parement extérieur et couvrez également les éléments de la charpente. Remplissez le reste de la cavité avec un isolant de votre choix (p. ex., de la mousse à faible densité, de la fibre de verre, minérale ou cellulosique). Comme la mousse à haute densité sert de pare-vapeur, le mur n'a pas à être recouvert d'un pare-vapeur en polyéthylène. Avant de poser la finition, posez plutôt sur le mur un pare-air intelligent ou appliquez la méthode ADA décrite à la section 6.2.3 Mur à ossature avec une ou deux couches de matelas isolant.

7.2.2 Assembler un nouveau mur contre l'ancien

Dans le cas des murs à ossature de bois et des murs en maçonnerie, on peut assembler un nouveau mur isolé contre l'ancien. La nouvelle ossature du mur peut être posée à n'importe quelle distance de l'ancien mur pourvu que toutes les cavités soient

Figure 7-5 Au moins les deux tiers de la valeur isolante totale du mur doivent être situés sur le côté froid du pare-air-vapeur



Pour isoler de l'intérieur, il faut :

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. isoler le vieux mur; | 4. poser un fond de clouage perpendiculaire; |
| 2. prolonger les boîtes électriques; | 5. poser de l'isolant à l'horizontale entre les fonds de clouage; |
| 3. poser un pare-air-vapeur; | 6. avoir la possibilité de prolonger l'isolant derrière les murs de séparation. |

remplies d'isolant (voir la Figure 7-6). Si vous posez un nouveau pare-vapeur bien étanche, il n'est pas nécessaire de retirer le pare-vapeur en place.

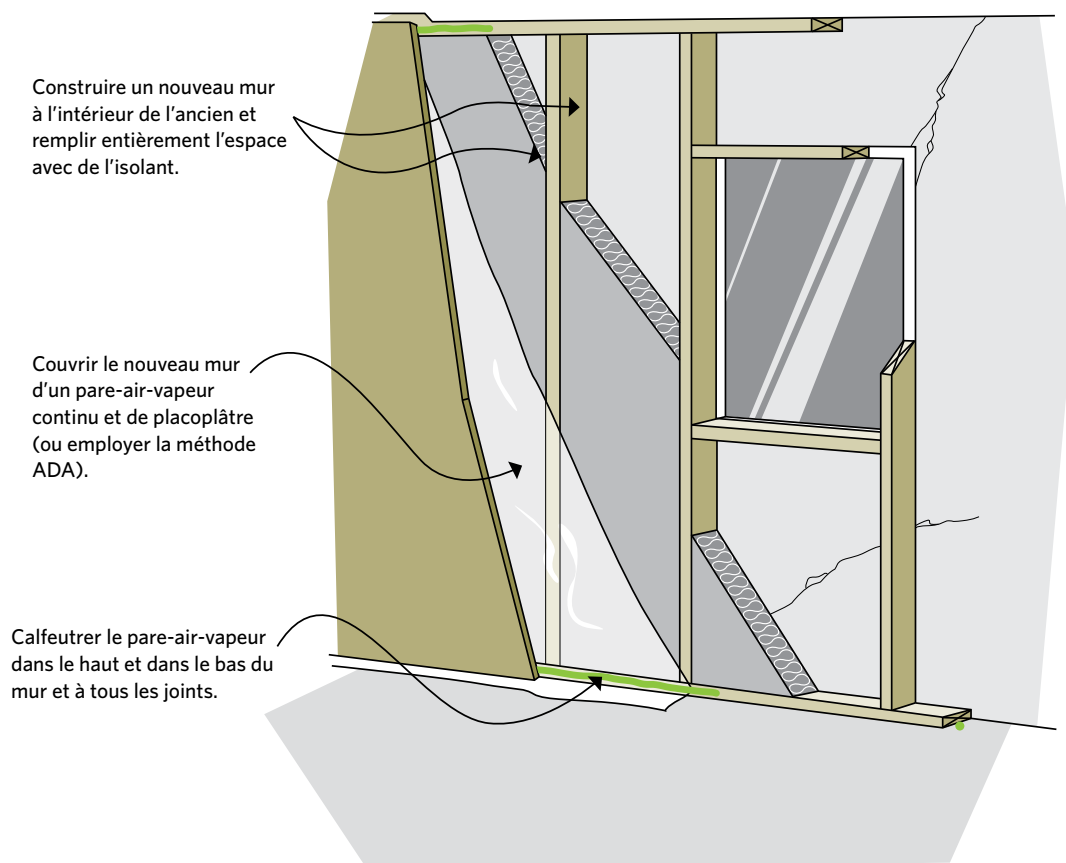
Dans les deux cas susmentionnés, suivez les instructions pertinentes parmi celles données pour l'isolation du sous-sol par l'intérieur. Il faut donc sceller les fuites d'air, poser la charpente du nouveau mur, poser la charpente autour des portes et des fenêtres, isoler (en deux couches de préférence pour qu'il n'y ait pas de vide), installer un pare-air-vapeur et poser le nouveau parement de finition. Pour plus

de détails, voir la section 6.2 Isolation du sous-sol de l'intérieur.

Autres éléments à considérer

- Lorsque vous installez un pare-air-vapeur, recouvrez la totalité du mur, y compris les ouvertures des portes et des fenêtres (voir la Figure 7-5). (Par la suite, on découpera le polyéthylène en faisant un « X » d'un coin à l'autre et on scellera les rabats à l'ossature.) Assurez-vous que le pare-air-vapeur est bien scellé à tous les joints, ouvertures et entrées.

Figure 7-6 Assembler un nouveau mur à l'intérieur de l'ancien

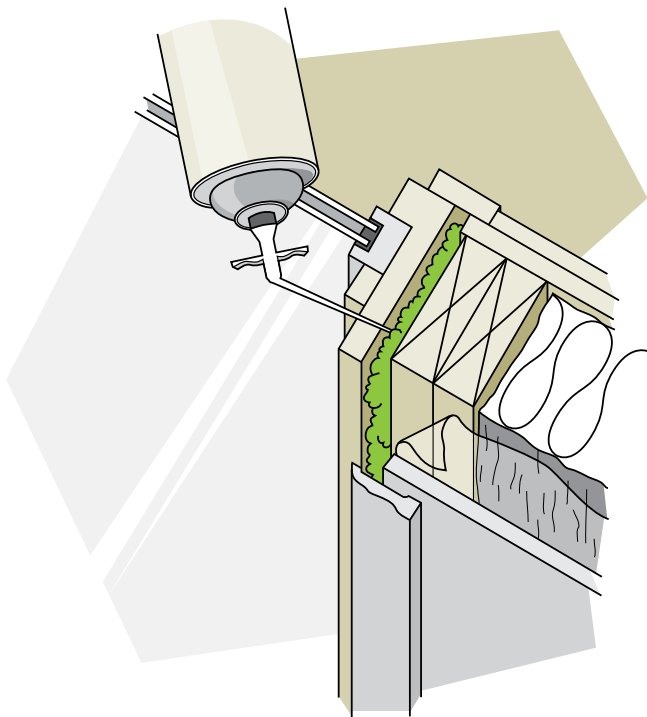


- Bien qu'il puisse être difficile d'y arriver, prévoyez de faire passer l'isolant derrière les obstacles (tuyaux, prises de courant et conduits de chauffage), de telle sorte que ces derniers se retrouvent du côté chaud de l'isolant. Les prises de courant existantes et nouvelles doivent être déplacées pour les installer dans les nouveaux murs dans des boîtes en polyéthylène scellées au nouveau pare-air-vapeur. Les tuyaux doivent être déplacés dans le nouveau mur ou isolés par derrière plutôt que devant pour les empêcher de geler ou d'éclater au froid. Les joints des conduits d'air doivent être scellés au moyen des produits appropriés.
- Si vous refaites la paroi intérieure, assurez-vous de sceller toutes les fentes autour des fenêtres et des portes au moyen de mousse de polyuréthane non expansive ou bouchez les vides avec de l'isolant ou un corps de joint et un produit de calfeutrage. Si vous assemblez un nouveau mur, il n'est souvent pas nécessaire de construire un nouvel encadrement autour des portes et des fenêtres, puisque le mur est non porteur.
- Songez à rallonger l'isolant au-delà du point de rencontre entre les murs de séparation. Pour ce faire, enlevez le placoplâtre de la cloison jusqu'au premier poteau du mur de séparation et coupez

suffisamment la cloison pour étendre l'isolant et le pare-air-vapeur au-delà de la cloison.

- Pour un résultat plus rapide visant à augmenter la valeur RSI du mur tout en réduisant le pont thermique, installez un isolant en panneaux rigides d'une valeur RSI d'au moins 0,88 à 1,76 (R-5 à 10) directement sur le parement de finition du mur et recouvrez de placoplâtre. Vous devrez cependant vous assurer que le pare-vapeur est étanche et il vous faudra replacer les interrupteurs et les prises de courant. Pendant que vous y êtes, envisagez sérieusement de faire souffler ou injecter de l'isolant dans les cavités murales.

Figure 7-7 L'isolant en mousse à faible expansion peut sceller les vides autour des cadres de portes et de fenêtres



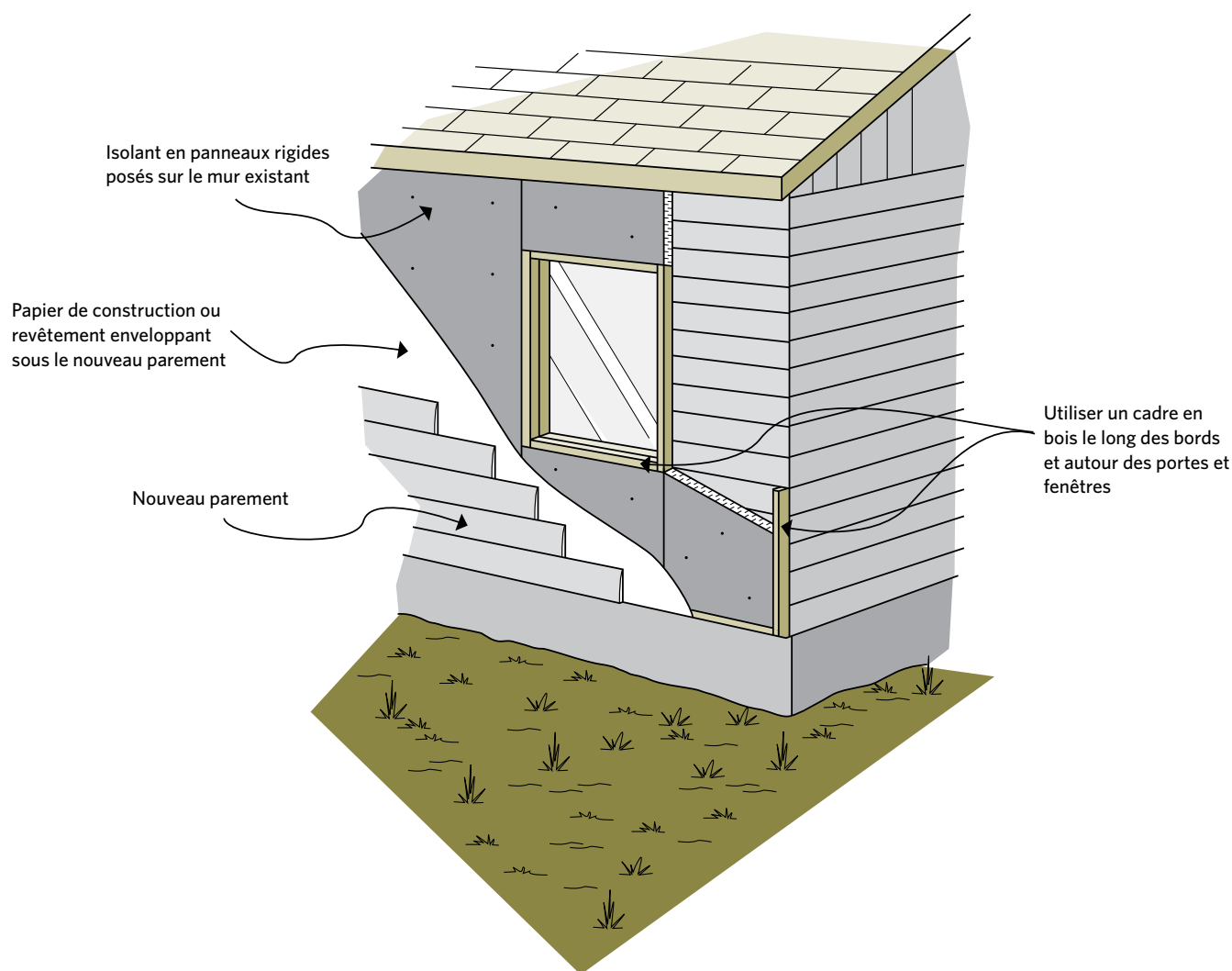
7.3 RÉNOVATION DE L'EXTÉRIEUR

Il est toujours préférable de retirer le parement en place et de procéder aux travaux d'amélioration sur la structure, les fils, la plomberie, l'isolation de la cavité et le pare-air-vapeur avant de poser une nouvelle couche d'isolant sous le nouveau parement (voir la Figure 7-8). Toutefois, il est possible de recouvrir l'ancien parement d'isolant en panneaux rigides, en matelas ou en rouleau avant de poser le nouveau parement.

Éléments à prendre en considération :

- Il est possible d'ajouter une quantité importante d'isolant à l'extérieur puisqu'il n'y a habituellement pas de limites quant à l'espace, sauf dans le cas de limites qu'impose le lotissement ou le surplomb.
- Prolongez les montants des portes et des fenêtres vers l'extérieur et tenez compte des autres ouvertures comme les événements, les gaines électriques, les tuyaux de gaz et de mazout, les gouttières et les descentes d'eaux pluviales.
- Envisagez de prolonger le nouveau mur isolé jusqu'en bas des solives de bordure pour aider à sceller cet espace propice aux fuites d'air. Le mur peut être prolongé sur au moins 200 mm (8 po) sous le niveau du sol sans avoir à utiliser des matériaux qui résistent à la dégradation au contact du sol. En outre, si le sous-sol n'est pas déjà isolé, envisagez de prolonger l'isolant sur au moins 610 mm (24 po) sous le niveau du sol, par dessus le mur de la fondation. Pour plus de détails, voir la Figure 6-8 et la section 6.1 Isolation du sous-sol de l'extérieur.
- Déterminez l'emplacement du pare-vapeur. Si le nouvel isolant a au moins deux fois la valeur d'isolant de l'ancien mur, alors un nouveau pare-vapeur peut être posé sur l'ancien mur avant de poser le nouveau mur, l'isolant et le pare-air. Cela se produit le plus souvent avec les murs de

Figure 7-8 Ajout d'isolant de l'extérieur

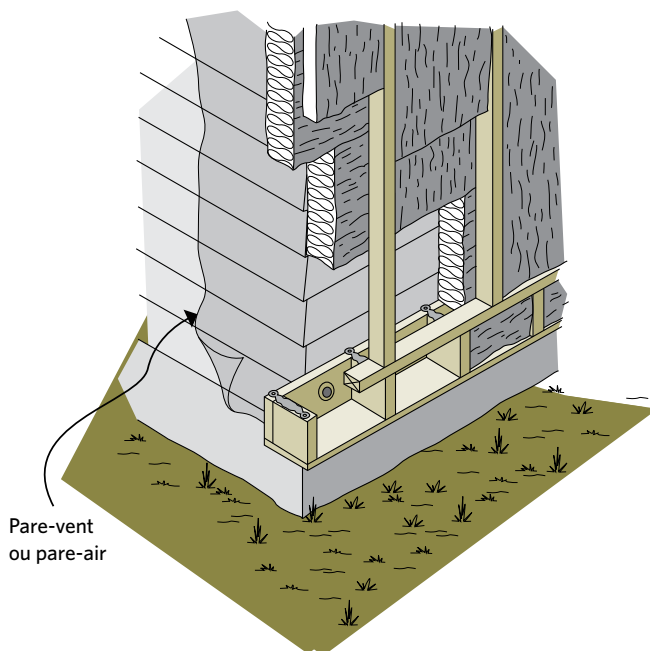


maçonnerie massive et peut être fait avec une feuille de polyéthylène continue et bien scellée ou un isolant en mousse à haute densité.

- Comme solution de rechange, un nouveau pare-air peut être posé depuis l'extérieur en laissant en place le pare-vapeur existant à l'intérieur. Ce nouveau pare-air, généralement un plastique polyoléfinique, peut être tout matériau qui empêche l'air de circuler à travers le mur. Veillez à sceller toutes les ouvertures, les bordures et tous les joints pour empêcher l'air de circuler
- autour ou à travers le pare-air. Si le pare-air se prolonge sous les solives de bordure, il faut le sceller et le fixer mécaniquement à la fondation.
- Si on laisse un espace d'air entre le pare-air-vapeur du mur et la nouvelle construction, il ne doit pas excéder 10 mm ($\frac{3}{8}$ po). Cet espace pourrait être laissé pour permettre à l'humidité qui pénètre par le mur existant de s'échapper vers l'extérieur. Un tel espace contribuera à réduire d'environ 5 p. 100 l'effet de tout isolant en trop.

- Tout nouveau mur à ossature bâti à l'extérieur requiert une sablière tout le long de la sous-face et une lisse basse ou une poutre à caisson fixée à la fondation. Dans certains cas, il peut être nécessaire de prolonger le mur à ossature dans le débord de toit, ce qui n'est pas un problème si l'on compte remplacer les soffites. Il faut s'assurer que la partie supérieure du pare-air est scellée à l'ancien mur afin d'empêcher l'air de le contourner. Veillez aussi à maintenir une ventilation adéquate dans l'entretoit si vous modifiez l'espace de ventilation des soffites.
- Assurez-vous que le débord de toit empêchera la pluie poussée par le vent de pénétrer entre l'isolant et le parement. Si nécessaire, ajoutez un solin sur le dessus de l'isolant et, pour plus de sûreté, scellez les joints avec un produit de calfeutrage.

Figure 7-9 Les poutres à caisson peuvent se chevaucher aux coins



Isolant en panneaux rigides

- Vous pouvez utiliser n'importe quel type d'isolant en panneaux rigides. Cependant, vérifiez auprès des spécialistes en construction de votre région pour confirmer les exigences des codes du bâtiment concernant les valeurs RSI minimales, les pare-air et les pare-vapeur. En règle générale, vous pouvez douter d'un isolant en panneaux qui affiche une valeur RSI réelle (non systémique) supérieure à 1,14/25 mm (R-6,5/po). (Voir la section 3.1 Isolant.)
- Fixez l'isolant rigide à l'aide d'attaches appropriées, tel que précisé par le fabricant ou le marchand.
- Assurez-vous que l'isolant et la charpente s'ajustent bien et qu'il n'y a pas de vide involontaire.
- Vérifiez les recommandations du fabricant du parement concernant le type et la longueur des attaches à utiliser dans le haut de l'isolant en panneaux rigides.
- Un parement isolé (souvent de la mousse en polyuréthane ou en polystyrène collée à l'endos du parement de vinyle ou d'aluminium) peut être utilisé au lieu de la méthode plus fiable consistant à utiliser un parement et un isolant séparés. En règle générale, la valeur isolante n'est pas très élevée, soit de 0,35 à 0,70 RSI (R-2 à 4). Le parement doit comprendre un élément de drainage. S'il n'y en a pas, ajoutez un plan de drainage pour que la pluie poussée par le vent et l'humidité intérieure puissent s'échapper.
- Il y a plusieurs avantages à poser des fourrures verticales ou diagonales par dessus l'isolant. Elles permettent l'installation d'un plan de drainage et réduisent l'accumulation de chaleur derrière le revêtement. Elles fournissent également une surface de clouage pour le revêtement tout en réduisant l'effet de pont thermique.

Isolant en matelas et en rouleau

- Construisez une charpente en bois contre le mur extérieur afin de pouvoir poser l'isolant et le nouveau parement (voir la Figure 7-10). Assurez-vous que le pare-air-vapeur est bien installé.
- Une charpente légère (p. ex., technique Larsen truss) peut aussi être suspendue à partir des chevrons ou supportée sur une lisse basse fixée au vieux mur. Cela permettrait la pose de deux couches d'isolant bien ajustées, une à l'horizontale derrière la charpente et l'autre à la verticale entre les poteaux. On peut ainsi atteindre une valeur d'isolation RSI de 3,5 (R20) ou plus.

7.4 ENDROITS DIVERS : GARAGES ATTENANTS ET AUTRES ESPACES

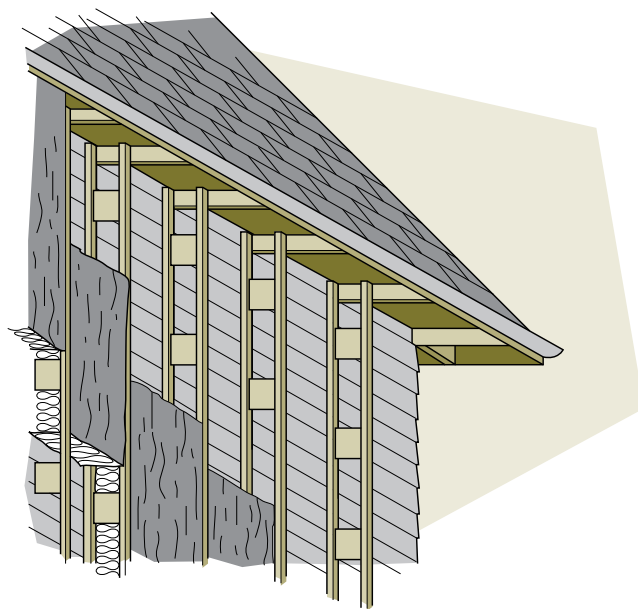
La chaleur rayonne dans toutes les directions, et c'est pourquoi il faut isoler les murs et les planchers là où ils séparent une aire chauffée d'une aire non chauffée. C'est souvent le cas d'une pièce ajoutée, dans laquelle on crée un espace habitable au-dessus d'un garage attenant.

Garage non chauffé attenant

On doit isoler les murs, le plafond et la porte qui les séparent de la maison et les rendre étanches afin de réduire les pertes de chaleur et d'empêcher les émanations du garage de pénétrer dans la maison. Référez-vous à la section 7.1 Isolant soufflé et à la section 7.2 Rénovation de l'intérieur pour les instructions visant l'isolation du mur si le garage se trouve au-dessus du niveau du sol ou au chapitre 6 L'isolation des sous-sols, s'il se trouve en dessous du niveau du sol.

Si le plafond est ouvert et les solives apparentes, suivez les instructions s'appliquant à l'isolation des vides hors-sol (voir la section 6.4 Vides hors-sol). Il est préférable d'enlever le fini du plafond du garage en place afin de le calfeutrer et de l'isoler adéquatement.

Figure 7-10 Les fermes peuvent être suspendues à partir des chevrons et clouées au mur actuel



Si vous ne voulez pas enlever le fini du plafond du garage, un entrepreneur pourrait être en mesure de souffler de l'isolant à haute densité dans l'espace entre le plafond et le plancher du dessus. Il faut sceller soigneusement tous les trous que l'on a percés dans le plafond afin d'empêcher les gaz d'échappement de se répandre dans les pièces situées au-dessus, et tous les conduits de la maison doivent être scellés à l'aide du produit calfeutrant approprié.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ : Ne dirigez jamais les conduits d'air chaud et de reprise de la maison vers le garage; cela est dangereux et contrevient à tous les codes. Voir le chapitre 9 Le rendement de votre maison.

Comme cet espace est particulièrement difficile à étanchéiser, bon nombre d'entrepreneurs recommandent de faire pulvériser par un professionnel de l'isolant en mousse sous le plancher de la pièce au-dessus du garage lorsqu'il n'y a pas de fini au plafond. Cela crée un pare-vapeur, un pare-air et forme une bonne première couche d'isolation. Remplissez tous les espaces restants avec un isolant. L'isolant en mousse exposé devra être recouvert d'un placoplâtre ou d'une autre couche d'un produit à pulvériser reconnu pour sa résistance au feu.

Si vous ne voulez pas enlever le fini du plafond, vous pouvez y clouer de l'isolant en panneaux et du placoplâtre dans la mesure où la surface est assez uniforme. Avant d'ajouter l'isolant en panneaux rigides, scellez toutes les fuites d'air qui permettraient à l'air de contourner les panneaux isolants. Cela est particulièrement important le long de tout joint du plafond et des murs où vous pourriez devoir sceller la cavité et les espaces dans les murs environnants qui présentent des fuites vers le plafond. Scellez cet espace avec de la mousse ou avec des morceaux de panneau d'isolant rigide et imperméable, calfeutrés entre les solives. Voir la Figure 7-11.

7.5 AJOUTS ET NOUVELLES CONSTRUCTIONS

Les rénovations comportent souvent des travaux de construction comme l'ajout d'une nouvelle pièce ou section. Ces travaux offrent l'occasion de poser un pare-air-vapeur en continu et un niveau d'isolation élevé de façon efficace et peu coûteuse.

La Figure 7-12 montre une section transversale d'une nouvelle construction depuis le toit jusqu'à la semelle. Remarquez que l'isolant et le pare-air sont appliqués en continu et ne comportent pas de ruptures ni ne favorisent l'effet de pont thermique.

Figure 7-11 Étanchéisation et isolation entre la maison et un garage non chauffé



Les rénovations permettent également de prévoir l'ajout éventuel de caractéristiques éconergétiques et d'énergies renouvelables dans votre maison, par exemple, le chauffage de l'eau à l'énergie solaire, le chauffage solaire passif, le chauffage des planchers par rayonnement et la production d'énergie photovoltaïque.

Figure 7-12 Section transversale du mur extérieur

Entretoit

Un entretoit qui conserve bien l'énergie comprend un niveau d'isolation élevé, un pare-air-vapeur continu et une bonne ventilation. Certains types de fermes de toit permettent de bien isoler la section au-dessus de la sablière des murs extérieurs. Mentionnons notamment les fermes à chevrons relevés pour les plafonds plats, les fermes en ciseaux pour les plafonds cathédrale et les fermes à membrures parallèles pour les toits plats.

Murs

L'illustration présente une section de mur de 38 x 140 mm (2 x 6 po) avec un parement isolant. D'autres systèmes comportent des fourrures perpendiculaires à l'intérieur, des doubles murs ou des fermes. Ces systèmes permettent d'installer un pare-air-vapeur continu en retrait dans le mur. Remarquez les solives de bordure qui permettent la pose d'un pare-air-vapeur continu et plus d'isolant.

Fenêtres

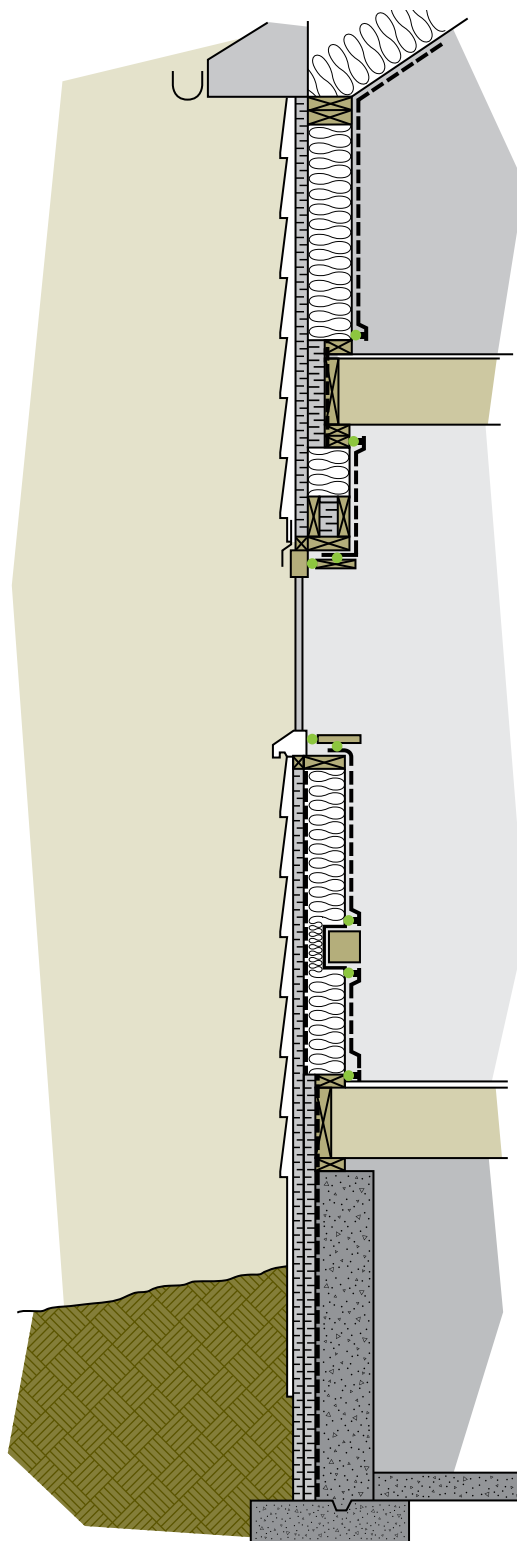
Dans la mesure du possible, il faut utiliser des fenêtres ENERGY STAR® à haut rendement. La majorité des fenêtres font face au sud. Toutes les fenêtres sont scellées au pare-air.

Fondation

Dans l'exemple, l'isolant est appliqué de l'extérieur sur toute la profondeur du mur de fondation. Une étanchéisation adéquate, un réseau de drainage et un terrain incliné aideront à maintenir le sous-sol sec.

Systèmes mécaniques

Dans les maisons bien isolées et étanches, les systèmes de chauffage et de climatisation sont plus petits. L'équipement de chauffage et le chauffe-eau à haut rendement peuvent utiliser de l'air de combustion en raccordement direct et éviter ainsi d'utiliser l'air de la maison pour fonctionner.



Emprisonnons la chaleur

8 L'amélioration de l'efficacité énergétique des fenêtres et des portes

8.1 Fenêtres

8.2 Portes

8.1 FENÊTRES

Plusieurs options s'offrent à vous pour améliorer l'efficacité énergétique de vos fenêtres. Les fenêtres peuvent être réparées par l'entretien des ferrures, notamment des loquets, charnières et verrous, améliorées par du calfeutrage et des coupe-bise, ou en ajoutant du vitrage et des contre-fenêtres. Parfois, le meilleur choix consiste à remplacer la fenêtre et le cadre par des fenêtres ou des montants à haut rendement homologués ENERGY STAR®. Si les cadres semblent en bon état, il peut être avantageux de remplacer les montants (nouveaux châssis et vitrage), surtout pour les maisons du patrimoine.

L'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES FENÊTRES ET DES PORTES

Les fenêtres et les portes peuvent être responsables de jusqu'à 25 p. 100 des pertes totales de chaleur d'une maison. Le présent chapitre aborde l'amélioration du rendement ou le remplacement des fenêtres et des portes dans le but d'économiser l'énergie.

Figure 8-1 Vue d'une fenêtre à battants montrant les parties et les ferrures

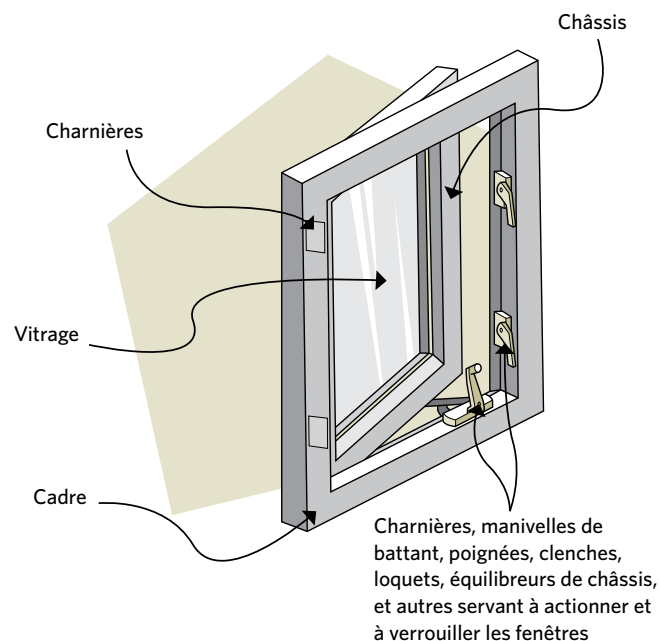
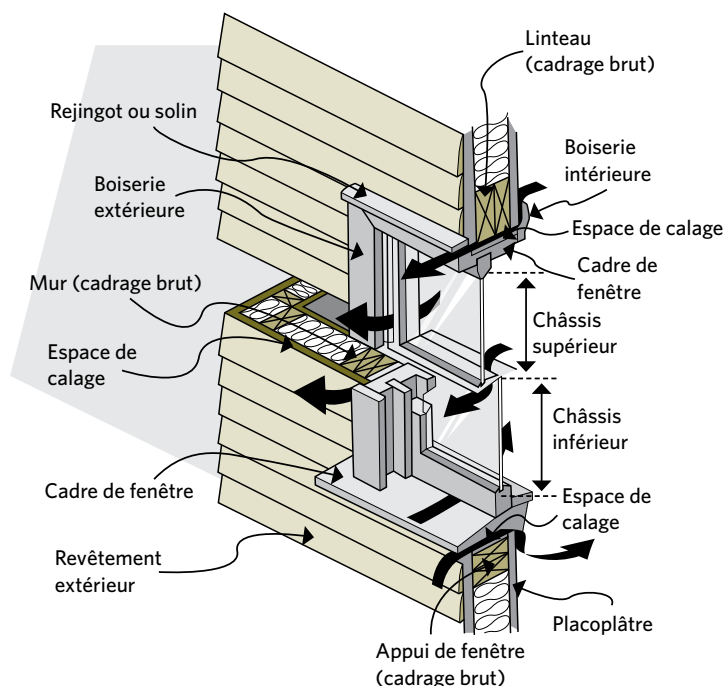


Figure 8-2 Vue en coupe d'une fenêtre à guillotine double montrant les pièces et les endroits où il y a des fuites d'air



8.1.1 Remplacement du vitrage, des châssis et des fenêtres

Les fenêtres éconergétiques bien installées rendent la maison plus confortable en réduisant les courants d'air et en augmentant la température de la vitre intérieure, tout en réduisant la condensation. Les fenêtres éconergétiques présentent plusieurs des caractéristiques suivantes :

- vitrage double, triple ou même quadruple;
- verre à faible émissivité (*low-E*);
- remplissage au gaz inerte, comme l'argon ou le krypton, entre les vitres scellées;
- intercalaires à faible conductivité ou dotés de la *technologie des bordures chaudes*;
- cadres et châssis isolés;
- bonne étanchéité à l'air.

Si votre inspection révèle que le vitrage, le châssis ou toute la fenêtre présente de sérieux problèmes, vous aurez peut-être intérêt à remplacer l'ensemble ou une partie de la fenêtre.

Par exemple, si le vitrage n'est qu'un simple panneau de verre ou est en mauvais état, vous pouvez acheter un nouveau vitrage scellé à insérer dans l'unité. Si le cadre est en mauvais état, le temps est peut-être venu de remplacer toute la fenêtre.

8.1.2 Évaluation

Pour commencer, vérifiez l'état de chaque fenêtre pour y découvrir des signes de dommages : pourriture, moisissure et taches sur la fenêtre ou autour; examinez l'état de la vitre, du mastic, de la peinture, des coupe-bise, ainsi que l'état et le fonctionnement des composants mécaniques. Pour certaines fenêtres, quelques petits travaux permettront de les rendre étanches à l'air alors que,

dans d'autres cas, il faudra grandement améliorer ou même remplacer la fenêtre. Vérifiez les fuites d'air autour des cadres et à tous les joints mobiles. En même temps que l'inspection visuelle, effectuez un test d'infiltrométrie comme celui décrit au chapitre 2 Le mécanisme de la maison.

8.1.3 Problèmes de condensation

Les problèmes de condensation et de givre sur la surface intérieure des fenêtres sont courants. Il peut s'agir d'une légère buée sur certaines fenêtres ou d'un givre persistant couvrant toute la vitre. Bon nombre de propriétaires achètent de nouvelles fenêtres et se rendent compte que le problème n'a fait qu'empirer parce que l'ancienne fenêtre présentant des fuites contribuait en fait à réduire l'humidité. Les nouvelles fenêtres rendent la maison plus étanche, ce qui accroît le niveau d'humidité. Une des solutions à ce problème consiste à réduire le niveau d'humidité dans la maison.

Pour de plus amples renseignements sur l'humidité et la condensation, voir le chapitre 2 Le mécanisme de la maison et le chapitre 4 Mettre fin aux fuites d'air.

Vous pouvez également augmenter la température de surface de la fenêtre et du cadre en installant une autre épaisseur de vitrage. Les nouvelles fenêtres éconergétiques constituent la meilleure solution.

Lorsque la condensation se loge entre les vitres des fenêtres au vitrage non scellé, c'est que l'air humide de la maison s'est échappé autour de la vitre intérieure pour se condenser sur la vitre extérieure. Même les maisons sèches peuvent subir ce genre de problème qui se produit souvent au deuxième étage où il y a plus d'air qui sort par la fenêtre en raison de l'effet de cheminée. Il faut donc poser un coupe-bise sur le châssis intérieur pour empêcher les fuites d'air; mais assurez-vous que les trous d'évacuation de la contre-fenêtre, qui permettent à l'eau de s'écouler, sont ouverts sur l'extérieur.

Si la condensation se produit à l'intérieur d'une fenêtre à double vitrage scellée, le problème ne peut être corrigé qu'en remplaçant le vitrage. Bien que certaines entreprises spécialisées offrent le service de remise à neuf des vitrages mal scellés, cette réparation est temporaire et n'égale pas le niveau initial de rendement énergétique. Vérifiez si la fenêtre est encore protégée par la garantie.

8.1.4 Calfeutrage intérieur

On peut réduire les fuites d'air en appliquant un cordon continu de calfeutrage autour de la boiserie de la fenêtre, à l'endroit où elle rencontre le mur, aux onglets de la boiserie, et entre la boiserie et le cadre (voir la Figure 8-3). Assurez-vous que le produit est conçu pour un usage à l'intérieur (n'utilisez jamais à l'intérieur des produits de calfeutrage conçus pour l'extérieur), qu'il peut être peint et qu'il est de bonne qualité. Pour de plus amples renseignements au sujet des produits de calfeutrage, voir la section 3.3 Pare-air.

Figure 8-3 Où calfeutrer les joints d'une fenêtre fixe

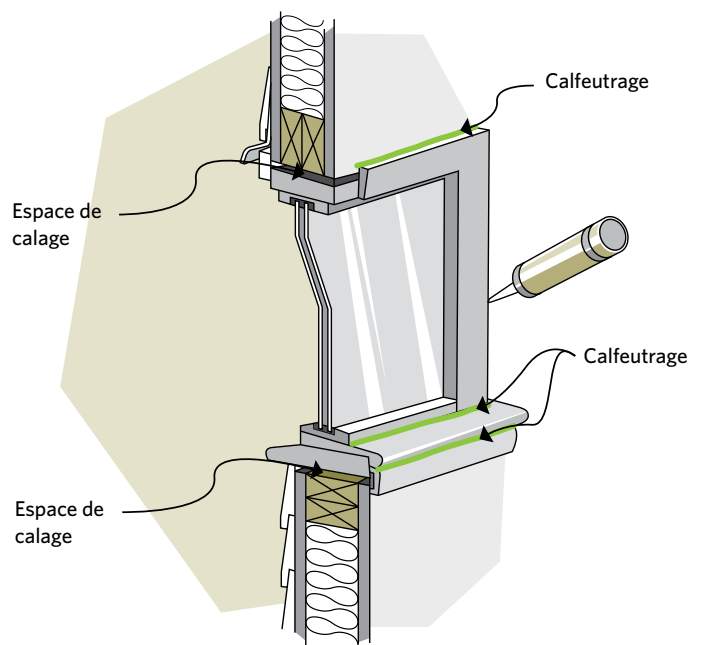
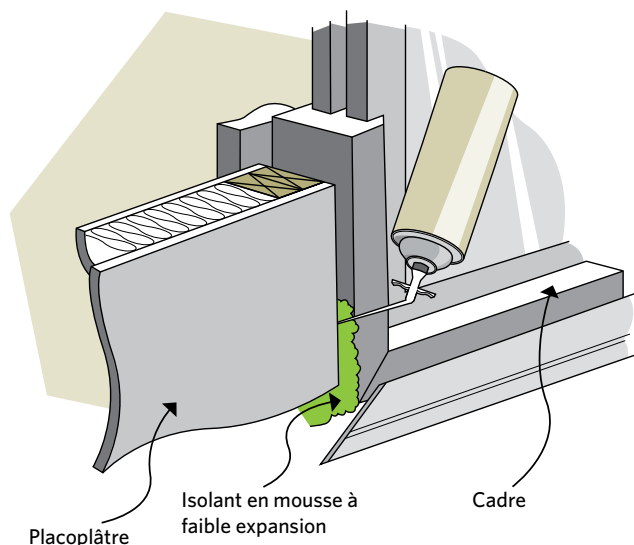


Figure 8-4 Comment sceller l'espace sous la boiserie d'une fenêtre



En cas de fuites importantes autour de boiserie faciles à enlever et à réinstaller, enlevez la boiserie et ajoutez de l'isolant, puis scellez l'interstice avant de reposer la boiserie. Si l'espace est petit, 6 mm ($\frac{1}{4}$ po) ou moins, il peut être suffisant de l'isoler puis de le calfeutrer. Pour combler une fente plus large, il faudra peut-être utiliser un corps de joint ou un isolant en mousse à faible expansion (voir la Figure 8-4).

Pour aider à réduire encore plus les fuites, appliquez une couche de ruban adhésif rouge de construction pour couvrir le joint entre le mur et le cadre de fenêtre. Assurez-vous que le ruban ne dépassera pas sous la boiserie puisqu'il ne peut être peint et que la colle rouge pourrait paraître sur le mur lorsque vous enlèverez l'excédent de ruban.

8.1.5 Calfeutrage extérieur

Le calfeutrage extérieur constitue la dernière et la plus faible défense contre l'infiltration de la pluie à l'intérieur. La meilleure défense antifuite pour les portes et les fenêtres comprend deux mesures :

- des solins bien posés (ce qui signifie que le solin au-dessus de la fenêtre est posé sous le pare-air, alors que les solins de côté et du bas sont posés par dessus le pare-air);
- un plan de drainage bien conçu.

On ne devrait calfeutrer l'extérieur d'une fenêtre qu'après avoir scellé complètement l'intérieur. Si l'on calfeutre d'abord l'extérieur, de l'air chaud et humide risque de s'emprisonner dans le mur et éventuellement de l'endommager.

8.1.6 Coupe-bise

Posez un coupe-bise autour du châssis pour réduire les fuites d'air. Si les fenêtres n'ont pas besoin d'être ouvertes et ne servent pas de sorties de secours, elles peuvent être verrouillées et calfeutrées. Si vous installez des contre-fenêtres, assurez-vous que la fenêtre intérieure est scellée de manière plus étanche que la fenêtre extérieure pour réduire les problèmes de condensation.

NOTE TECHNIQUE : En vertu des codes du bâtiment, chaque chambre à coucher doit être munie d'au moins une fenêtre s'ouvrant de l'intérieur pour servir de sortie de secours en cas d'urgence. N'oubliez pas cette exigence lorsque vous déciderez de sceller certaines fenêtres.

Il existe un bon nombre de coupe-bise différents. Le Tableau 3-4 dresse une liste des types les plus courants de coupe-bise, même si cette liste est loin d'être exhaustive. Faites affaire avec un marchand de portes et fenêtres qui possède un bon nombre de types différents en magasin. Pour les modèles de fenêtres plus récents déjà pourvus d'un coupe-bise incorporé qui a perdu de son efficacité au fil du temps, prélevez un échantillon du coupe-bise et apportez-le au fabricant de fenêtre ou au marchand pour en obtenir un semblable. Les moins

coûteux sont habituellement moins durables et moins efficaces; ne fondez donc pas votre choix uniquement sur le coût.

La préparation et la pose sont importantes, et il faut habituellement procéder de la façon suivante :

- Essayez d'ajuster les fenêtres qui ne sont pas bien alignées.
- Enlevez les vieux coupe-bise, le produit de calfeutrage et les gouttes de peinture sur la surface de contact. Si la surface n'est pas très uniforme, appliquez un cordon de produit de calfeutrage sous le coupe-bise ou remplissez, sablez et peignez la surface pour la rendre plus unie.
- Nettoyez la surface avec un linge propre et de l'essence minérale à séchage rapide ou avec de la méthylacétone.
- Posez le coupe-bise. Pour les portes et les fenêtres que l'on ouvre fréquemment, vous devriez renforcer les coupe-bise adhésifs avec des agrafes.
- Assurez-vous que la fenêtre s'ouvre facilement et que les charnières, les glissières et les ferrures sont libres et fonctionnent correctement.
- Vérifiez régulièrement l'usure du coupe-bise.

i) Fenêtres à guillotine simples et doubles

Les fenêtres à guillotine simples ou doubles devraient être munies de coupe-bise sur le côté, la partie supérieure et le bas de la partie mobile, comme l'indique la Figure 8-5. Calfeutrez la partie fixe intérieure de la fenêtre si elle laisse passer l'air.

Côtés

Le coupe-bise mince de plastique en forme de « V » est un bon choix. Après avoir ouvert la fenêtre, on glisse le coupe-bise dans l'écart formé entre le cadre et le châssis, le « V » s'ouvrant vers l'extérieur. Il suffit qu'il dépasse de 25 mm (1 po) le haut de la fenêtre fermée. Vous ferez un meilleur travail si vous pouvez d'abord enlever l'arrêt et le châssis inférieur.

Haut

Posez un coupe-bise à l'endroit où les deux châssis se croisent en enlevant le châssis inférieur et en installant un coupe-bise en « V » sur le châssis du haut par l'intérieur.

Bas

On peut appliquer un coupe-bise en « V » ou du caoutchouc néoprène compressible sur le seuil de la fenêtre à l'endroit où repose la fenêtre fermée ou sur le bas du châssis mobile de la fenêtre.

ii) Fenêtres coulissantes

Pour remplacer le coupe-bise à brosse sur une fenêtre coulissante, il faut enlever le châssis et retirer le vieux coupe-bise de sa fente. Coupez le nouveau coupe-bise à la longueur requise et pressez-le ou glissez-le dans la fente. Clouez, agrafez ou collez les extrémités de la brosse pour vous assurer qu'elle reste bien en place avant de réinstaller le châssis.

Figure 8-5 Où installer les coupe-bise sur une fenêtre à guillotine

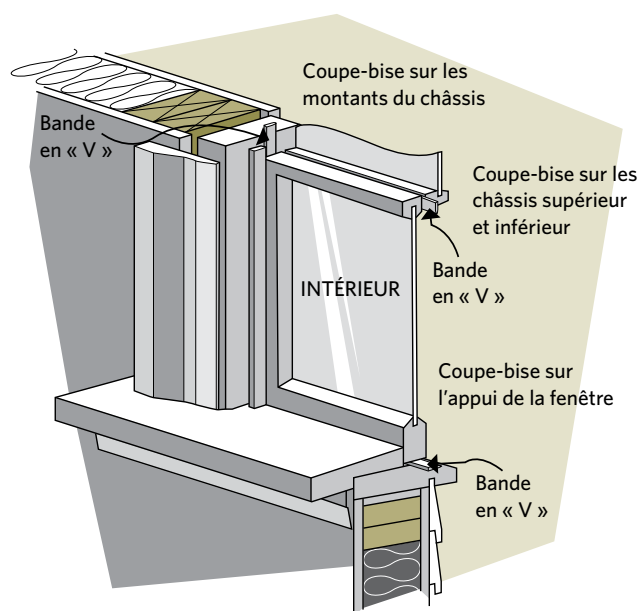


Figure 8-6 Coupe-bise à brosse sur une fenêtre coulissante

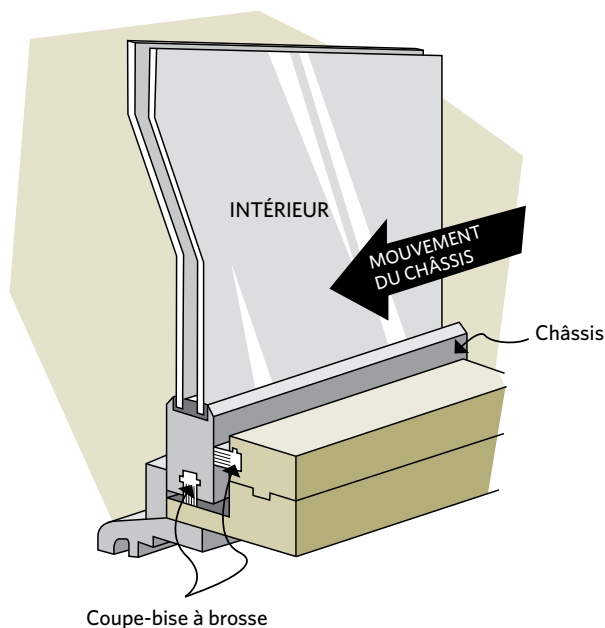
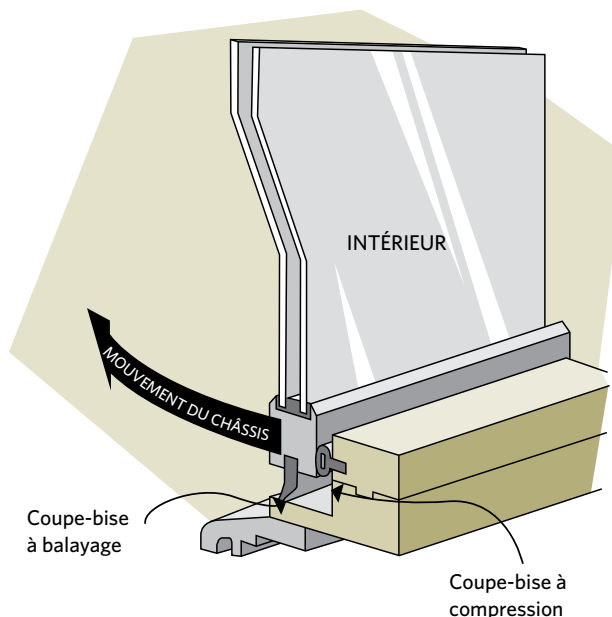


Figure 8-7 Coupe-bise à compression et à balayage sur une fenêtre à battants



Les fenêtres à panneaux de verre coulissants – constituées de carreaux de verre qui ne sont pas insérés dans un cadre – sont peu efficaces. Il faudrait, à tout le moins, leur ajouter des contre-fenêtres intérieures. Une meilleure solution consiste à les remplacer par un modèle éconergétique.

iii) Fenêtres à battants (à charnières)

Le coupe-bise des fenêtres à battants (à charnières) s'installe comme sur une porte. Posez un coupe-bise sur le cadre pour qu'il rencontre le bord du châssis ou placez-le sur l'arrêt où il sera en contact avec la face du châssis. Le poids de la fenêtre fermée contre le coupe-bise exerce une pression sur le joint. Les fenêtres à charnières exigent généralement une combinaison de coupe-bise à bande en « V » et du type à compression. Les charnières et les verrous risquent de compliquer la pose. Parfois, il faudra donc poser plus d'un coupe-bise dans ces endroits.

8.1.7 Systèmes de contre-fenêtres

Une vitre simple perd de 10 à 20 fois plus de chaleur qu'un mur bien isolé de même surface. L'ajout de contre-fenêtres ou l'emploi de fenêtres à double vitrage peut réduire de presque la moitié les pertes thermiques attribuables aux fenêtres.

Les contre-fenêtres peuvent être installées de l'intérieur ou de l'extérieur, être permanentes ou saisonnières, et elles peuvent être faites sur mesure.

Systèmes de contre-fenêtres extérieures

Couramment utilisées autrefois, les contre-fenêtres extérieures continuent de jouer un rôle utile dans bien des cas. Elles sont généralement construites d'un cadre en bois ou en métal, avec un vitrage en verre ou en feuille acrylique.

Les contre-fenêtres extérieures peuvent être saisonnières (installées à l'automne et enlevées au printemps) ou permanentes. On devrait inspecter chaque année les contre-fenêtres saisonnières avant de les installer afin de s'assurer que le vitrage, le mastic et les coupe-bise sont en bon état. Installer et enlever, chaque année, les contre-fenêtres saisonnières de même que les entreposer constituent un inconvénient. Les contre-fenêtres extérieures permanentes sont généralement munies d'une moustiquaire incorporée et d'un châssis coulissant.

Lorsqu'on utilise des contre-fenêtres extérieures, la fenêtre intérieure principale doit être scellée de manière plus étanche que la contre-fenêtre, afin d'empêcher que l'air humide de la maison ne pénètre et ne soit emprisonné dans l'espace entre les fenêtres, où il peut se condenser et causer la détérioration du châssis et du cadre.

Systèmes de contre-fenêtres intérieures

Les contre-fenêtres intérieures sont généralement fixées directement au cadre de la fenêtre, ce qui aide à réduire les fuites d'air sur le pourtour de la fenêtre. Pour réduire la condensation et les fuites d'air, on devrait bien étanchéiser les contre-fenêtres intérieures de façon à ce qu'il n'y ait pas d'air chaud qui se trouve entre la contre-fenêtre et la fenêtre d'origine après l'installation.

Les contre-fenêtres intérieures sont plus légères et plus faciles d'accès que les contre-fenêtres saisonnières installées à l'extérieur et sont, par conséquent, particulièrement utiles aux étages supérieurs. Un inconvénient des contre-fenêtres intérieures, c'est qu'on doit parfois déplacer les stores ou autres décorations de fenêtre pour faire place à la contre-fenêtre.

En général, les contre-fenêtres intérieures ne sont utilisées qu'en hiver et sont entreposées pour le reste de l'année. Toutefois, dans une maison équipée d'un système de climatisation, elles peuvent également garder la chaleur à l'extérieur et l'air frais à l'intérieur durant les chauds mois d'été.

Il existe deux systèmes de contre-fenêtres intérieures plus couramment utilisés : la pellicule thermorétractissable avec ruban à double face adhésive et les feuilles d'acrylique rigides transparentes avec joint d'étanchéité magnétique.

i) Pellicule thermorétractissable avec ruban à double face adhésive

Ces trousseaux à prix abordable de coupe-bise temporaires à poser soi-même sont vendues dans la plupart des quincailleries et des magasins de matériaux de construction et comprennent les instructions pour l'installation. Avec ce système, on utilise un ruban à double face adhésive pour fixer la pellicule à la boiserie de la fenêtre, après quoi on chauffe la pellicule à l'aide d'un séchoir à cheveux afin de la tendre sur toute la fenêtre. Dans la plupart des cas, la pellicule ne peut être utilisée qu'une fois.

Bien que ce système fournisse une excellente étanchéité et une bonne visibilité, il a pour inconvénient que la peinture peut se soulever de la boiserie lorsqu'on enlève le ruban adhésif. En outre, une fois que ce système est installé, on ne peut ouvrir la fenêtre sans enlever ou percer la pellicule.

Éléments à prendre en considération :

- les pellicules légères risquent d'être endommagées par de jeunes enfants ou des animaux de compagnie;
- ce genre de plastique doit être tenu à l'écart des sources de chaleur intense;
- certaines personnes peuvent être sensibles aux matières plastiques, qui peuvent émettre des odeurs, particulièrement lorsque leurs surfaces sont réchauffées par les rayons du soleil.

ii) Feuilles d'acrylique rigides transparentes avec joint d'étanchéité magnétique

Ce système saisonnier est plus durable que la pellicule plastique, mais aussi plus cher à l'achat; de plus, il peut exiger les services d'un entrepreneur.

Pour installer un système à étanchéité magnétique, on fixe une bande de métal à la boiserie de la fenêtre à l'aide d'un ruban à double face adhésive (on peut peindre cette bande pour l'apparier au cadre). On fixe ensuite une moulure magnétique à la feuille d'acrylique, puis on presse la feuille en place sur la bande de métal.

Lorsqu'on enlève les feuilles d'acrylique, il faut les entreposer à plat ou en position verticale (non pas inclinées) et dans un endroit frais protégé contre une exposition à la lumière solaire et à une chaleur excessive. Le vitrage rigide est plus facile à nettoyer et offre un plus beau fini que la pellicule.

Certains magasins de fournitures de plastique vendent ces systèmes (et les produits de nettoyage appropriés) et pourront tailler les feuilles aux dimensions requises. En outre, certaines entreprises se spécialisent dans la fabrication et l'installation de ces systèmes.

Produits spécialisés

Il existe deux produits qui conviennent parfaitement aux régions dont le gain solaire très élevé rend certaines pièces de la maison trop chaudes : la pellicule appliquée aux fenêtres et la pellicule de polyester multicouche. Ces pellicules sont généralement posées soigneusement par des professionnels.

La pellicule appliquée aux fenêtres est habituellement fabriquée au moyen d'un support en polyester clair ou teinté sur lequel un revêtement résistant aux égratignures est placé d'un côté, tandis qu'un adhésif ayant une garniture protectrice est apposé de l'autre. La pellicule de polyester multicouche est noire d'un côté et argentée de l'autre. Après avoir retiré la garniture, on peut fixer la pellicule en permanence en la pressant fermement sur la vitre.

Les pellicules pour fenêtres qui comportent une couche de régulation solaire réduisent le gain solaire et aident à protéger les tapis, les tentures, les meubles

et le bois contre la décoloration. Elles ne doivent pas être appliquées sur toutes les fenêtres puisqu'elles offrent très peu d'augmentation de la valeur d'isolation et réduisent considérablement le gain solaire, ce qui pourrait se traduire par des factures de chauffage plus élevées durant la saison froide. Il existe également un léger risque de bris du verre en raison du stress thermique accru, et l'utilisation de ces pellicules peut rendre caduque la garantie délivrée par le fabricant original de la fenêtre.

Les rideaux et les stores peuvent contribuer à réduire les pertes thermiques attribuables aux fenêtres durant la saison de chauffage et à réduire le gain solaire durant l'été. Les volets, les stores, les auvents et les arbres peuvent aussi être utilisés pour réduire le gain solaire durant l'été. Fermez les couvre-fenêtre durant la journée et ouvrez les fenêtres durant la nuit pour assurer la ventilation.

Au cours de la saison de chauffage, les rideaux isolés procurent un certain avantage comparativement aux rideaux non isolés et aux stores. Toutefois, comme les rideaux et les stores ne sont pas étanches à l'air, ils peuvent causer des problèmes de condensation sur les fenêtres durant l'hiver.

8.1.8 Puits de lumière

Les puits de lumière sont souvent sujets à des problèmes de condensation et à des fuites d'eau autour du cadre, de la costière ou du tunnel. Pour les puits de lumière ouvrables, assurez-vous que la ferrure fonctionne et que tous les joints d'étanchéité sont en bon état. Empêchez la pluie de pénétrer à l'intérieur en réparant les joints extérieurs et les solins. Les costières et les tunnels intérieurs entourant le puits de lumière doivent être bien isolés et étanches à l'air afin de réduire la condensation. Diminuez la surchauffe en été par un vitrage à réflexion lumineuse et des stores.

N'ouvrez pas un puits de lumière (ni une fenêtre située à l'étage supérieur) par temps chaud si la température à l'intérieur de la maison est plus fraîche que celle ressentie à l'extérieur. En ouvrant le puits

de lumière, vous faites entrer l'air chaud dans la maison, diminuant l'effet de la climatisation ou du refroidissement naturel.

8.1.9 Information utile pour l'achat de fenêtres et de portes neuves

Les publications utiles comprennent notamment le *Guide du consommateur – L'achat de portes et fenêtres à bon rendement énergétique et Portes, fenêtres et puits de lumière éconergétiques pour le secteur résidentiel*. Consultez le chapitre intitulé Ressources pour plus d'information sur la façon de se procurer ces brochures.

8.2 PORTES

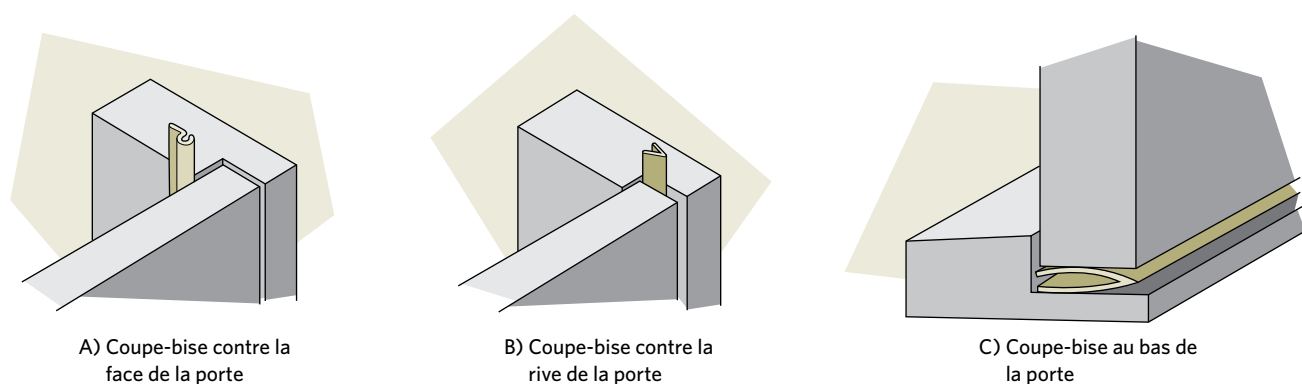
Une mauvaise installation, des années d'usage intensif, le tassement des fondations et le gauchissement saisonnier peuvent souvent désaxer les portes à charnières et les portes-fenêtres coulissantes en verre de leur cadre. Si la porte ne s'ajuste pas bien, il faut réparer ou remplacer la porte, le cadre, les ferrures, les joints d'étanchéité et le coupe-bise. On prépare les portes de la même façon qu'on prépare les fenêtres (tel qu'expliqué à la section 8.1 Fenêtres); il faut donc effectuer les réparations ou les ajustements nécessaires, préparer la surface et la nettoyer avant de poser le coupe-bise.

Posez le coupe-bise sur le haut et les côtés du cadre de la porte, tel qu'illustré à la Figure 8-8a et à la Figure 8-8b. Pour un cadre de porte, le type de coupe-bise le plus facile et le plus efficace est le modèle de vinyle en « V » de bonne qualité. Il est en contact avec le bord de la porte et, de ce fait, scelle bien même lorsque la porte gauchit d'une saison à l'autre.

Pour plus de protection, fixez le coupe-bise à l'arrêt afin que celui-ci s'appuie contre la face de la porte, comme le montre la Figure 8-8a. Il existe également bon nombre de coupe-bise combinés de métal et caoutchouc ou de métal et mousse qui sont vissés à l'arrêt. Ils devraient être ajustés régulièrement pour s'adapter au gauchissement de la porte.

On peut poser le coupe-bise sur le seuil de la porte (voir le seuil à la Figure 8-8c) ou sur la porte elle-même. Quoique cet endroit puisse être difficile à bien sceller, il est avantageux de le faire puisqu'il est souvent une source de courants d'air importants. Utilisez des matériaux durables qui peuvent résister à la circulation et être assez flexibles pour s'adapter aux changements dans la porte qui sont causés par les variations du niveau d'humidité et de la température. Le coupe-bise devrait aussi être facile à remplacer. On peut habituellement bien sceller les ouvertures avec un coupe-bise à garniture posé sur le bas de

Figure 8-8 Techniques de pose du coupe-bise à la porte



la porte ou avec un coupe-bise à seuil entier ou à demi-seuil qui se pose sur le seuil de la porte.

Si l'on choisit de poser le coupe-bise sur la porte, il est nécessaire d'employer un matériau très durable. Le modèle le plus efficace est encore l'un des coupe-bise combinés, qui est tout simplement cloué ou vissé le long de la surface inférieure du côté intérieur de la porte. Il devrait y avoir des rainures pour permettre un ajustement du coupe-bise.

On trouve sur le marché une grande variété de coupe-bise pour portes, y compris des trousse qui comprennent le coupe-bise et des joints d'étanchéité pour le seuil ou le bas de porte. Certains produits sont vendus avec les joints d'étanchéité de remplacement. Recherchez des produits durables et de qualité supérieure.

Pour les portes-fenêtres coulissantes, remplacez le coupe-bise et les ferrures dès qu'ils sont usés. Remplacez les portes-fenêtres coulissantes en mauvais état par des modèles homologués ENERGY STAR® ou par des portes françaises ou de style jardin et d'autres fenêtres éconergétiques. Les anciennes portes-fenêtres coulissantes qui ne servent pas en hiver peuvent être hermétiquement fermées au moyen d'un produit facile à enlever ou recouvertes d'une pellicule thermorétrécissable.

8.2.1 Travaux effectués par un entrepreneur

Les travaux d'étanchéisation et de réparation des fenêtres et des portes peuvent être effectués par un entrepreneur. (Voir le chapitre 3 Les matériaux.) Si vous faites remplacer certaines fenêtres ou portes de votre maison, demandez à l'entrepreneur de vérifier les coupe-bise des autres fenêtres et de les remplacer s'ils sont défectueux.

8.2.2 Entrepreneurs en portes et fenêtres

Lorsque vous demandez des devis estimatifs, assurez-vous que l'entrepreneur possède l'expérience requise pour le genre de travail que vous voulez faire effectuer. Demandez-lui si l'entreprise offre une garantie de tierce partie sur les produits et services.

Emprisonnons la chaleur

9 Le rendement de votre maison

9.1 Fonctionnement et entretien du système de CVC

9.2 Eau chaude domestique

9.3 Systèmes de climatisation

9.4 Ventilation et air de combustion

9.5 Autres façons d'économiser l'énergie

9.1 FONCTIONNEMENT ET ENTRETIEN DU SYSTÈME DE CVC

Suivez les procédures d'entretien recommandées pour le nettoyage et les réglages de l'équipement de chauffage et de climatisation. Les appareils de chauffage et les chaudières au mazout ont besoin d'être nettoyés et mis au point chaque année. Les appareils de chauffage et les chaudières au gaz naturel et au propane, ainsi que les pompes géothermiques doivent être vérifiés au moins une fois tous les deux ans. Si votre maison comporte un appareil à combustible solide (p. ex., un poêle à bois ou un foyer), faites inspecter l'équipement et la cheminée chaque année et faites ramoner la cheminée aussi souvent que nécessaire. Voir le chapitre intitulé Ressources pour plus d'information.

LE RENDEMENT DE VOTRE MAISON

Comme tout système, votre maison ne donnera un bon rendement que si on fait fonctionner et si on entretient tous ses composants de façon efficace. Si vous assurez son bon fonctionnement, vous maximisez les améliorations apportées par les travaux de rénovation et vous pouvez améliorer le rendement et la durabilité du système de chauffage, de climatisation et de ventilation. Ce qui est encore plus important, c'est que vous créerez un environnement plus sain et plus confortable. Si votre maison fonctionne comme un système, vous pouvez réduire votre facture d'énergie annuelle en effectuant la mise au point et en faisant mieux fonctionner votre système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC).

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ :

En vertu des codes du bâtiment, les maisons ayant un appareil à combustion ou un garage attenant doivent installer un détecteur de monoxyde de carbone (CO) près de l'appareil de chauffage ou à l'intérieur d'une distance de 5 mètres (15 pieds) de chaque porte de chambre à coucher.

9.1.1 Entretien par le propriétaire

Même si les services d'entretien et la mise au point annuels devraient être faits par des techniciens qualifiés, les propriétaires de la maison ont certaines tâches à accomplir.

Pour un système à air pulsé, assurez-vous que les grilles de reprise d'air et les événements d'air chaud sont propres et libres de tout obstacle; changez ou nettoyez les filtres tous les trois mois ou dès qu'ils sont obstrués. Chaque automne, afin d'éviter l'accumulation de poussière, passez l'aspirateur sur les radiateurs du système de chauffage à eau chaude ou sur les plinthes électriques. Si les ailettes sont courbées, redressez-les doucement à l'aide d'un peigne en plastique pour améliorer leur efficacité.

Les systèmes de chauffage à eau chaude fonctionnent mieux lorsqu'il n'y a pas de bulles d'air dans les radiateurs et que la pression est adéquate. Il faut donc purger régulièrement les radiateurs, sauf si le système est muni d'un dispositif automatique conçu à cette fin. Vous pouvez réaliser des économies supplémentaires au moyen d'un contrôle de réglage extérieur qui ajuste automatiquement la température de l'eau en circulation en fonction de la température extérieure.

9.1.2 Thermostats

À l'exception de certains systèmes à eau chaude dont le temps de réaction est plutôt lent, il est

possible d'économiser l'énergie en abaissant la température du thermostat et la meilleure façon de le faire consiste à installer un thermostat programmable. Un thermostat programmable de base sera muni d'une minuterie qui vous permettra au moins deux changements de température durant la journée.

Par exemple, vous pouvez le programmer pour abaisser la température avant le coucher et l'augmenter avant le lever du matin. Le deuxième changement peut réduire la température de la maison lorsque tout le monde est sorti durant le jour et l'augmenter juste avant votre arrivée le soir.

Une baisse d'un degré Celsius (1 °C/2 °F) sur une période de huit heures peut réduire d'environ 2 p. 100 votre consommation d'énergie liée au chauffage. Si vous quittez la maison durant plus de trois ou quatre heures, il est avantageux d'abaisser la température. En règle générale, il est préférable de ne pas diminuer la température à moins de 17 °C/63 °F; cela risquerait de causer une augmentation de l'humidité dans les murs extérieurs. Si vous souhaitez diminuer la température un peu plus, comme par exemple si vous quittez durant de longues périodes (une semaine ou plus), vous devez conserver les niveaux d'humidité assez bas. (Voir la section 2.4 Contrôle du flux d'humidité.)

Mesurez l'humidité relative dans votre maison à l'aide d'un hygromètre pour vous assurer de conserver un taux d'humidité bas; si le taux est trop élevé, contrôlez les sources d'humidité ou procurez-vous un déshumidificateur homologué ENERGY STAR®.

9.1.3 La puissance du système de CVC et le rééquilibrage

Une maison récemment rénovée présentera moins de fuites d'air et aura donc des besoins moindres en chauffage et en climatisation qu'auparavant. Il est possible que l'appareil de chauffage ait maintenant une trop grande capacité, ce qui peut entraîner de

grandes fluctuations de température et un cycle arrêt-départ moins efficace, surtout dans le cas des appareils de chauffage et des chaudières à rendement moyen. Les appareils de chauffage et les chaudières à haut rendement seront moins touchés sur le plan de l'efficacité, mais les fluctuations de température gêneront tout de même le confort des occupants, et l'équipement s'usera plus rapidement.

Lorsqu'un appareil de chauffage ou une chaudière à rendement moyen fonctionne moins souvent, la cheminée peut devenir plus froide entre les flambées, ce qui peut mener au contre-tirage ainsi qu'à des problèmes de condensation ou à des dommages à la cheminée. Si vos travaux de rénovation sont considérables et que ce problème vous inquiète, faites vérifier votre système par un technicien qualifié en systèmes de chauffage.

Un problème constant pour la plupart des maisons neuves, existantes et rénovées concerne la nécessité de rééquilibrer la distribution de la chaleur. Des conduits sous-dimensionnés et des conduits présentant des fuites, des grilles de reprise d'air et des conduits inadéquats ou mal placés peuvent nuire au confort des occupants et faire augmenter la facture énergétique liée au chauffage. L'amélioration de l'isolation et de l'étanchéité peut faciliter le chauffage de pièces autrefois difficiles à chauffer, et en rendre d'autres surchauffées.

Un simple rééquilibrage du système, soit en ajustant les régulateurs dans le cas d'un système de conduits ou en ajustant les soupapes dans le cas d'un système à eau chaude, pourrait aider à régler cette situation. Sinon, il vous faudra trouver un entrepreneur compétent pour améliorer ou rééquilibrer votre système de chauffage.

Le seul nettoyage des conduits ne résoudra pas un problème de distribution de la chaleur et aura peu d'effet sur le système de CVC et la qualité de l'air ambiant.

Si vous possédez un climatiseur central qui se sert des mêmes conduits, il pourrait être nécessaire de le réajuster avant la saison de climatisation. Prenez en note les réglages dont vous vous servez pour le chauffage et la climatisation; ainsi, vous pourrez réajuster vous-même le système à chaque début de saison.

9.1.4 Conduits de distribution d'air

Pour améliorer le confort, la sécurité et l'équilibre du système, scellez toutes les chambres de distribution et les conduits d'alimentation et de reprise d'air à l'aide d'un ruban d'aluminium autocollant, d'un ruban de plastique malléable ou de mastic à base d'eau. Il est recommandé d'isoler les conduits de chauffage qui passent par des sous-sols ou des vides sanitaires non ou peu chauffés. Coupez aux dimensions voulues de l'isolant en matelas ou

Figure 9-1 Étanchéisation d'un conduit d'air à l'aide d'un ruban adhésif



en rouleau pour obtenir une valeur RSI 2,1 (R-12) ou plus, ou utilisez des matelas en fibres minérales avec aluminium spécialement conçus pour cet usage. Enroulez l'isolant autour des conduits et fixez-le au moyen d'une corde, d'un câble ou d'un ruban approprié – n'utilisez pas de ruban de type vinyle.

N'enveloppez les conduits d'un système de chauffage au bois qu'à partir d'une distance de 1,8 mètre (6 pi) de l'appareil, à moins que vous vous serviez d'un isolant ignifuge conçu à cet effet.

En ce qui concerne les systèmes à eau chaude, placez un panneau l'isolant recouvert de papier aluminium entre les radiateurs et les murs extérieurs pour réfléchir la chaleur dans la pièce. Les conduits métalliques de distribution et de reprise d'air peuvent être isolés avec un isolant approprié d'une valeur RSI minimale de 0,7 (R-4). Des enveloppes isolantes sont disponibles pour certains types de chaudière et pourraient permettre un gain d'efficacité si l'équipement est installé dans une partie froide de la maison.

9.1.5 Foyers ouverts

Les foyers ouverts alimentés au gaz ou au bois sont surtout décoratifs; la chaleur fournie par un feu de foyer ne remplace pas la perte thermique lorsque l'air de la maison est expulsé par la cheminée du foyer. Par conséquent, la plupart des foyers ne peuvent pas fournir un gain de chaleur net. Les accessoires pour améliorer le rendement, comme les portes en verre étanches, n'offrent qu'une amélioration nominale de l'efficacité. Le secteur du chauffage d'appoint offre un large éventail de foyers intégrés éconergétiques à ventilation directe : des modèles au gaz, au propane, aux granules et au bois qui ont une belle apparence et éliminent les pertes en mode d'attente.

Pour plus d'information sur la façon d'améliorer le rendement d'un foyer, voir le chapitre intitulé Ressources.

9.2 EAU CHAUDE DOMESTIQUE

Les chauffe-eau représentent environ 20 p. 100 de la consommation d'énergie de la maison, soit environ la même quantité que pour tous les appareils d'éclairage et électroménagers mis ensemble. En effet, après le système de chauffage, c'est le chauffe-eau qui est le plus grand consommateur d'énergie dans la maison.

9.2.1 Remplacement du chauffe-eau à combustible

La meilleure option sur le plan du rendement énergétique consiste à remplacer le chauffe-eau existant par un modèle éconergétique : à réservoir, instantané ou combiné pour le chauffage des pièces et de l'eau. Pour faire le bon choix, comparez attentivement les modèles. Achetez un chauffe-eau qui correspond à vos besoins : les modèles dotés de plus gros réservoirs sont souvent moins efficaces que les plus petits modèles, surtout si vous n'avez pas besoin de beaucoup d'eau chaude. Utilisez les tableaux de capacité fournis par les fabricants ou les marchands.

De plus en plus de modèles éconergétiques sont désormais disponibles, y compris des modèles homologués ENERGY STAR® et des chauffe-eau à l'énergie solaire. Voir le chapitre intitulé Ressources pour plus d'information.

Conseils d'économie d'énergie relatifs aux chauffe-eau

Voici quelques façons de réduire la facture d'énergie du chauffe-eau.

- Utilisez moins d'eau chaude : réparez les robinets qui fuient; lavez les vêtements à l'eau froide; installez des pommes de douche à débit réduit et des aérateurs sur les robinets.

- Installez le chauffe-eau à proximité du point d'utilisation ou ayez recours à de la tuyauterie de petit diamètre que vous ferez passer directement du réservoir à chaque point d'utilisation.
- Si le point d'utilisation est situé à plus de 9 mètres (30 pieds) du chauffe-eau, installez un circuit de recirculation d'eau chaude sur demande.
- Installez une base isolée et un matelas isolant autour du réservoir du chauffe-eau électrique situé dans le sous-sol.
- Isolez les conduites d'eau en métal et en plastique avec un isolant compatible (préformé) affichant une valeur RSI minimale de 0,7 (R-4).
- Installez un dispositif de récupération de chaleur des eaux de drainage sur la colonne principale servant la douche.
- Installez un chauffe-eau solaire pour préchauffer l'eau chaude domestique.

9.3 SYSTÈMES DE CLIMATISATION

La rénovation réduit également la quantité d'énergie requise pour climatiser la maison durant l'été. La climatisation diminue la température ambiante et, ce qui n'est pas à négliger, le taux d'humidité. La climatisation est un bon exemple d'une situation où le surdimensionnement nuit clairement au confort, aux coûts de fonctionnement et au rendement de l'équipement. Un système surdimensionné diminuera trop rapidement la température à l'intérieur de la maison sans éliminer le surplus d'humidité, ce qui aura pour résultat une maison froide et humide qui risque de favoriser la formation des moisissures et les odeurs de moisi. Une température ambiante plus élevée (p. ex., 26 °C/79 °F) avec moins d'humidité est plus confortable et favorise davantage les économies d'énergie.

Les climatiseurs doivent faire l'objet d'une mise au point et d'un entretien réguliers. Ils deviennent inefficaces dès que le serpentin intérieur est sale, que les voies d'aérage du condensateur extérieur

sont obstruées et que le niveau de fluide frigorigène baisse. Vous pouvez effectuer vous-même quelques actions simples l'entretien régulier.

À titre d'exemple, nettoyez ou changez le filtre à air, veillez à éliminer et à dégager les obstacles autour du condensateur extérieur, comme les végétaux et les feuilles. Pour le reste, un entrepreneur devrait faire l'entretien régulier de votre climatiseur. Consultez le guide du propriétaire pour obtenir davantage d'information au sujet de l'entretien.

9.4 VENTILATION ET AIR DE COMBUSTION

Il est nécessaire dans une maison d'avoir de l'air frais de ventilation pour contrôler la qualité de l'air, et les systèmes de chauffage et les chauffe-eau à combustible ont besoin d'un apport d'air de combustion pour brûler adéquatement leur combustible. Cependant, la plupart des foyers canadiens en ont trop. En fait, environ 25 p. 100 de la perte de chaleur dans votre maison peut être causée par l'infiltration excessive d'air (les fuites d'air).

Pour la plupart des vieilles maisons, un ensemble de mesures de réduction des fuites d'air contribuera à réduire la facture énergétique sans diminuer suffisamment l'apport en air pour entraîner des problèmes. Les fuites d'air n'assurent pas une bonne ventilation.

Une meilleure approche consiste à installer un système de ventilation qui peut changer complètement l'air de la maison toutes les trois heures, en plus de fournir séparément l'air de combustion pour les appareils à combustible.

Examinez de façon systématique l'équilibre sur le plan de l'humidité et des besoins en matière de ventilation de votre maison : dressez la liste des sources d'humidité, des symptômes de problèmes et des besoins en ventilation. Les travaux de rénovation ont une incidence sur votre maison;

ce faisant, si la maison montre déjà des signes de condensation excessive, trouvez et atténuez les sources d'humidité. Si cela vous est impossible, tout projet qui vise à rendre la maison plus étanche à l'air devra également comprendre un système de ventilation mécanique.

Certains systèmes expulsent l'air vicié, d'autres expulsent l'air vicié et assurent un apport en air frais, d'autres encore sont équilibrés pour faire les deux. L'ajout d'une ventilation équilibrée à la récupération de la chaleur procure de nombreux avantages, notamment la capacité de contrôler le taux de ventilation, de maximiser l'étanchéité à l'air et d'accroître la durabilité de la maison. En outre, les effets positifs sur la santé d'une meilleure qualité de l'air ambiant grâce au contrôle de la ventilation ont été prouvés.

9.4.1 Votre maison est-elle sujette à des problèmes de qualité de l'air ambiant?

Soyez conscient des indices ainsi que des problèmes et des solutions possibles. Les risques de problèmes sont plus élevés dans les cas suivants :

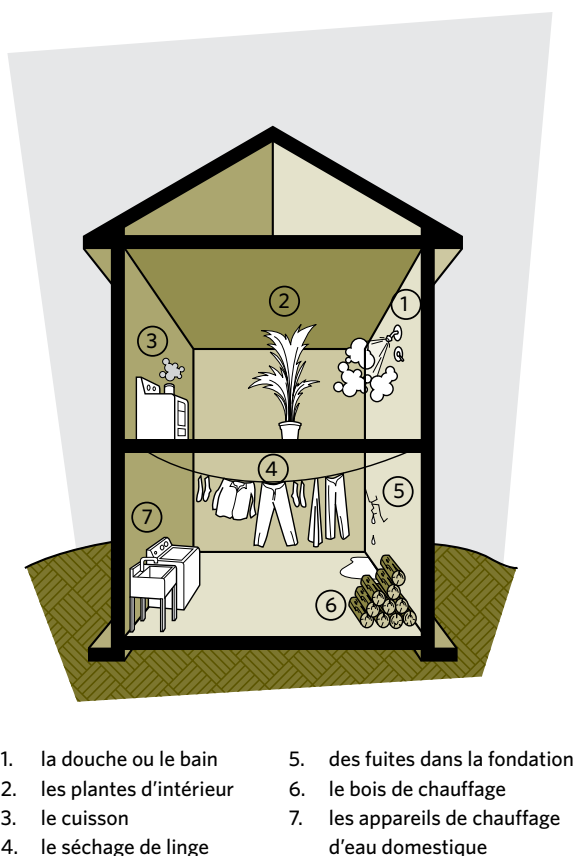
- les maisons sans cheminée traditionnelle et sans système de circulation d'air;
- les maisons où il y a compétition pour l'air entre les foyers et les ventilateurs d'extraction puissants, par exemple, les hottes de cuisine;
- les maisons dotées de hottes sans conduits ou de ventilateurs de salle de bain sous-dimensionnés ou inefficaces;
- les maisons qui ont été étanchéisées à l'air sans avoir prévu de ventilation adéquate;
- les maisons où l'air est contaminé (fumeurs, chandelles, passe-temps, etc.) et les maisons qui ont un degré d'humidité élevé;
- les maisons affichant un taux élevé de radon (voir la section 1.4 Mesures de santé et de sécurité).

9.4.2 Certains indices de problèmes de qualité de l'air ambiant et d'humidité

Les signes suivants indiquent que votre maison pourrait avoir des problèmes de qualité d'air ou d'humidité :

- condensation excessive sur les fenêtres à double vitrage;
- taches et moisissure qui souvent apparaissent d'abord dans les salles de bain, les garde-robes, les murs ou les plafonds situés sur les murs extérieurs;
- air confiné et odeurs de moisi persistantes;
- odeurs et fumée émanant des appareils de chauffage de pièces et de l'eau;
- contre-tirage ou odeurs émanant du foyer.

Figure 9-2 Sources d'humidité dans la maison



- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. la douche ou le bain | 5. des fuites dans la fondation |
| 2. les plantes d'intérieur | 6. le bois de chauffage |
| 3. le cuisin | 7. les appareils de chauffage |
| 4. le séchage de linge | d'eau domestique |

9.4.3 Solutions aux problèmes d'humidité

S'il s'agit d'un problème d'humidité élevée ou de condensation, il faut d'abord diminuer la quantité de vapeur d'eau dans l'air en appliquant les suggestions suivantes :

- n'entrez pas de bois de chauffage dans la maison;
- évitez de faire sécher le linge dans la maison;
- évacuez l'air de la sècheuse à l'extérieur de la maison;
- débranchez les humidificateurs;
- couvrez les planchers de terre dans le sous-sol ou les vides sanitaires avec un pare-humidité;
- installez une pompe de puisard avec couvercle pour retirer l'humidité excessive du sol sous les dalles;
- réparez toutes les fuites d'eau dans le sous-sol;
- évitez toute eau stagnante dans la maison ou contre le mur de la fondation;
- assurez-vous que le terrain autour des murs de fondation est incliné dans le sens opposé de la maison et que les gouttières autour de la maison sont fonctionnelles (voir la Figure 2-11);
- faites fonctionner les ventilateurs de la cuisine et de la salle de bain pendant que vous les utilisez;

- surveillez vos activités domestiques (nettoyage, lavage, nombre de plantes d'intérieur et d'aquariums, etc.) afin de produire moins d'humidité.

Le Tableau 9-1 montre les degrés maximums d'humidité relative à l'intérieur à 20 °C (68 °F) auxquels il n'y a pas de condensation sur les fenêtres à double vitrage classiques ou sur les fenêtres éconergétiques selon différentes températures extérieures.

Il peut être difficile de mesurer avec précision et de maintenir le degré d'humidité recommandé. Une approche accessible consiste à laisser vos fenêtres vous donner des indices. Si une condensation excessive se produit sur la surface intérieure des fenêtres à double vitrage (sauf celles de la cuisine et de la salle de bain), il y a trop d'humidité dans l'air. Vous pouvez aussi utiliser un hygromètre pour contrôler les niveaux d'humidité.

La condensation occasionnelle ne pose pas de problème. Une condensation excessive ou du givre est un indice que vous devez réduire la production d'humidité ou augmenter la ventilation (voir les renseignements dans la publication de la SCHL intitulée *Votre maison : Mesurer l'humidité dans votre maison* au chapitre Ressources).

Table 9-1 Degrés maximums d'humidité relative à l'intérieur

Température extérieure	Humidité relative maximale à l'intérieur	
	Fenêtre ordinaire	Fenêtre éconergétique
0 °C (32 °F)	50 %	68 %
-10 °C (14 °F)	38 %	50 %
-20 °C (-4 °F)	26 %	40 %
-30 °C (-22 °F)	18 %	30 %
-40 °C (-40 °F)	12 %	20 %

Finalement, si vous remplacez votre système de chauffage et votre chauffe-eau par des modèles à combustion étanche à haut rendement, cela pourrait avoir une incidence sur la qualité de l'air ambiant. L'air de combustion provenant de l'extérieur directement relié à l'équipement aide à réduire les dégagements de gaz et l'entrée incontrôlée d'air de combustion dans la maison. Cependant, le fait d'utiliser l'air de l'extérieur dans le cadre du processus de combustion diminue le renouvellement d'air dans la maison et peut faire augmenter le degré d'humidité à l'intérieur.

9.4.4 Augmentation de la ventilation

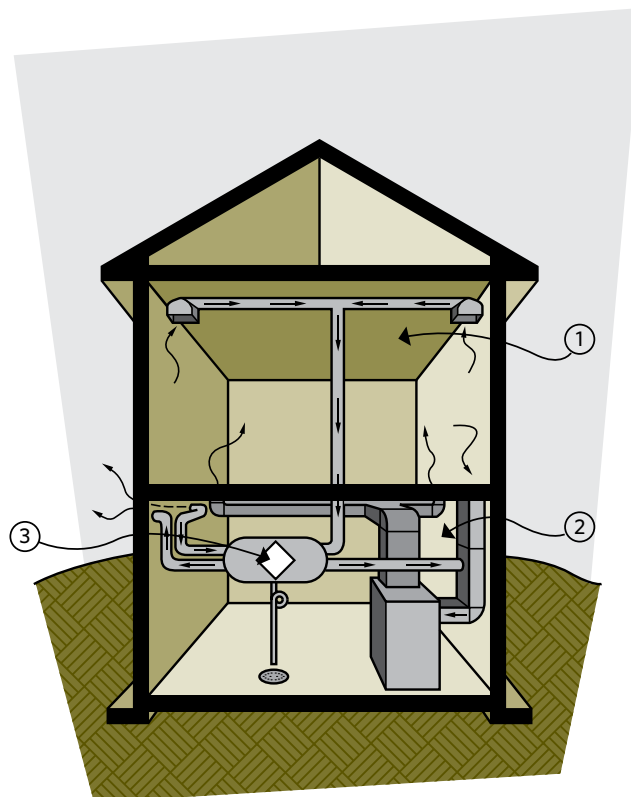
Si vous avez encore des problèmes de condensation, même après avoir réduit la production d'humidité, ou si la qualité de l'air ambiant est mauvaise, vous devrez augmenter la ventilation ou le taux de renouvellement d'air.

Les systèmes de ventilation comprennent deux grandes catégories : les systèmes équilibrés et non équilibrés. Les systèmes non équilibrés sont plus courants alors que les ventilateurs d'extraction sont mis en marche et que l'air de remplacement provient des fuites d'air. Une telle situation risque de faire diminuer la pression dans la maison et est peu efficace pour aérer adéquatement la maison. La ventilation équilibrée comprend un système où l'air évacué est remplacé par une source spécialisée d'apport d'air. Cette façon de faire maintient une pression neutre de la maison et contribue à aérer plus uniformément la maison.

Il est possible d'augmenter la ventilation en :

- faisant fonctionner la hotte de cuisine et le ventilateur de la salle de bain lorsque vous utilisez ces pièces. Une simple minuterie ou un humidistat mettra en marche ou arrêtera automatiquement le ventilateur pour assurer une ventilation adéquate et éviter une ventilation excessive.
- installant des ventilateurs homologués ENERGY STAR®. Il est avantageux d'acheter des modèles

Figure 9-3 Ventilation d'une maison au moyen d'un ventilateur-récupérateur de chaleur



Fonction des VRC :

1. accumulation et sortie de l'air humide et vicié;
2. apport et distribution d'air frais;
3. recours à un échangeur de chaleur pour récupérer une partie de la chaleur de l'air de sortie.

plus silencieux conçus pour une utilisation continue. Les gens ont tendance à moins faire fonctionner les ventilateurs bruyants en raison du bruit.

- s'assurant que des mesures d'étanchéisation ont été prises lors de l'installation de tous les ventilateurs et qu'ils expulsent l'air complètement vers l'extérieur. Évitez que les hottes de cuisine redistribuent l'air dans la pièce.

- installant un système de ventilation central équilibré, auquel a été intégré un ventilateur-récupérateur de chaleur ou d'énergie (VRC ou VRÉ) pour garantir une meilleure qualité de l'air ambiant.

Une méthode de ventilation assez efficace consiste à demander à un entrepreneur de brancher un conduit d'air frais avec registre au conduit d'air de reprise d'un système à air chaud. Le système à air pulsé doit être doté d'un dispositif de verrouillage aux ventilateurs d'extraction appropriés pour éviter de pressuriser la maison et de pousser ainsi l'humidité dans l'enveloppe du bâtiment. L'air extérieur est aspiré par le ventilateur de l'appareil à air chaud, mélangé à l'air de la maison, puis préchauffé par le calorifère du système de chauffage. L'entrepreneur doit s'assurer que l'air froid de ventilation n'a aucune incidence négative sur l'appareil de chauffage.

Ouvrez le registre dans le conduit d'air extérieur juste assez pour empêcher la condensation sur les fenêtres. Vous devrez l'ajuster régulièrement au cours des saisons. Vous pouvez aussi installer

un registre motorisé doté d'un humidistat qui ouvrira le registre seulement lorsque la maison sera trop humide.

Certains systèmes sont munis d'un ventilateur d'extraction central comportant plusieurs conduits pour aspirer l'air de la cuisine et de la salle de bain. Mieux encore, intégrez un ventilateur-récupérateur de chaleur qui récupère habituellement 70 p. 100 de la chaleur de l'air de sortie et transmet cette chaleur à l'air d'entrée. Le système de ventilation central doit être conçu, réglé et installé par un entrepreneur professionnel.

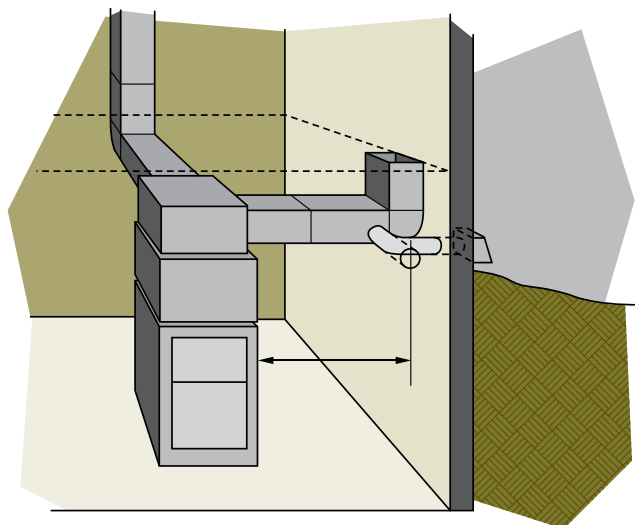
9.4.5 Ventilateur-récupérateur de chaleur et ventilateur-récupérateur d'énergie

Le VRC éconergétique est l'une des meilleures façons de contrôler la qualité de l'air ambiant. Le VRC vous fait réaliser des économies d'énergie comparativement aux autres systèmes classiques de ventilation parce qu'il récupère la chaleur de l'air de sortie. Le VRC expulse l'air vicié en le faisant circuler par un échangeur de chaleur. L'échangeur transfère la chaleur au conduit d'entrée d'air frais avant d'expulser l'air vicié à l'extérieur. Le VRC doit être équilibré afin de maximiser le rendement sans nuire à la pression de la maison.

L'air extérieur préchauffé est distribué uniformément par les conduits du système à air pulsé ou par un système de conduits spéciaux.

Un VRÉ synergétique récupère également la chaleur à la sortie d'air mais, contrairement au VRC, il ne permet pas d'atténuer autant l'humidité de la maison. L'installation de cet appareil est recommandée pour les maisons où la demande de climatisation est élevée ou dans lesquelles le taux d'humidité relative a tendance à être faible (p. ex., dans le Nord canadien). Un VRÉ peut donc contribuer à empêcher la maison de sécher.

Figure 9-4 Conduit d'air frais branché au conduit de reprise de l'air froid



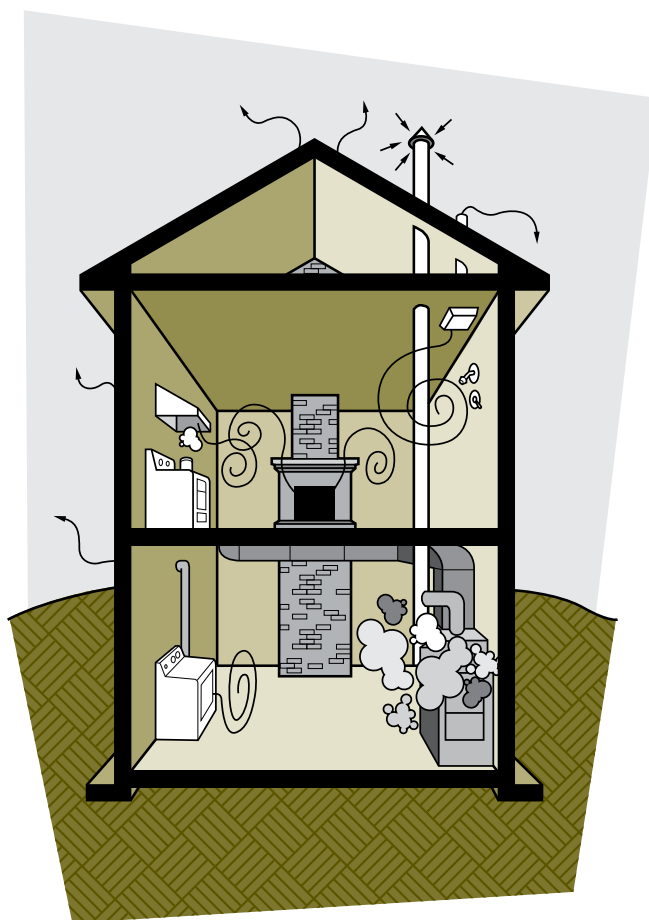
Le grand avantage des VRC et des VRÉ est que leurs commandes donnent au propriétaire la possibilité de gérer et même d'arrêter le système de ventilation au lieu que ce soit la température extérieure qui commande le taux de renouvellement d'air. Malheureusement, la majorité des VRC ne sont pas installés ni entretenus adéquatement. Les VRC et les VRÉ doivent être installés et entretenus par un technicien accrédité. À l'instar de tout équipement de CVC, dès qu'ils ont été mis en service adéquatement, les VRC et les VRÉ doivent faire l'objet d'un entretien régulier. Le propriétaire devrait être en mesure d'accomplir l'entretien de base qui ne

requiert que le nettoyage des filtres et la vérification des composants indiqués dans le guide d'entretien de l'appareil (voir le chapitre intitulé Ressources pour plus d'information).

9.4.6 Air de combustion

Tous les appareils à combustion ont besoin d'un apport d'air pour la combustion, ainsi que pour diluer et évacuer les produits de combustion à l'extérieur de la maison. S'il n'y a pas assez d'air, il pourrait se produire un effet de contre-tirage dans la cheminée ou le tuyau de fumée, répandant ainsi des gaz dangereux dans la maison (voir la Figure 9-5).

Figure 9-5 De nombreux appareils requièrent l'air de la maison



Si un trop grand nombre d'appareils ont besoin d'air, il peut se produire un contre-tirage. Par exemple, un ventilateur de cuisine puissant, une cuisinière de style barbecue avec ventilateur d'extraction et même un feu de foyer peuvent faire sortir beaucoup d'air de la maison. La pression négative qui en résulte peut tirer l'air à l'intérieur par la cheminée ou les évents.

Voici les signes de problèmes d'air de combustion :

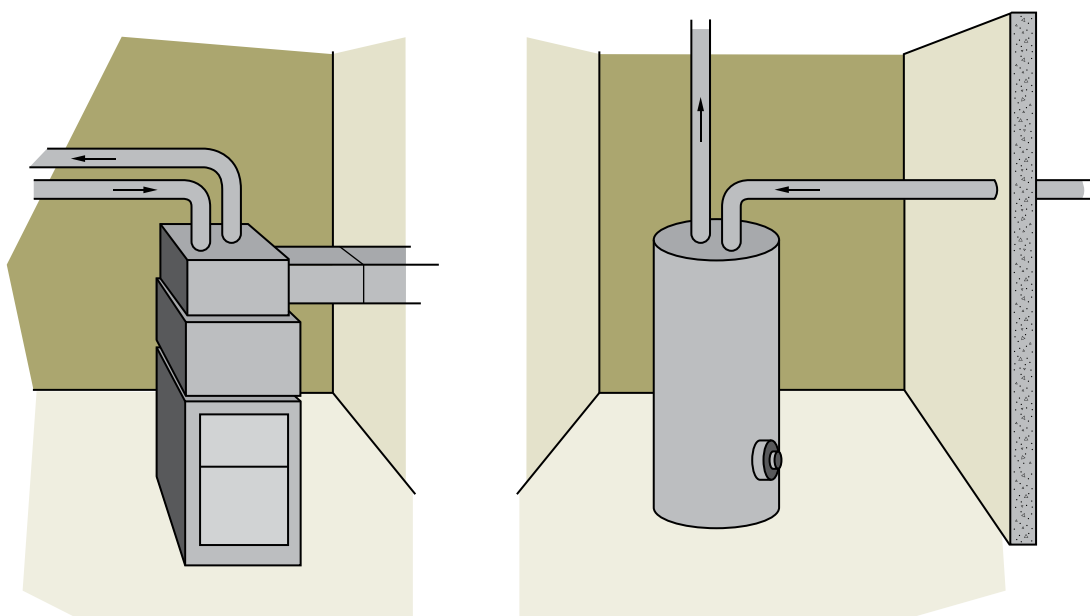
- l'appareil de chauffage, la chaudière ou le chauffe-eau émet de la fumée (décelable par la suie ou les taches autour de la prise d'entrée d'air, du brûleur, de la soupape barométrique ou des joints de cheminée) ou on constate la fonte des pièces de raccord en plastique au-dessus du réservoir du chauffe-eau;
- il y a des odeurs inhabituelles ou de l'air chaud et humide autour ou provenant des appareils de combustion;

- il est difficile d'allumer ou de maintenir un feu dans le foyer;
- les occupants souffrent fréquemment de maux de tête, d'irritations de la peau ou de la gorge ou de nausées.

La première chose à faire est de remplacer l'équipement de chauffage et le chauffe-eau sujet au dégagement de gaz par des appareils à ventilation directe ou à combustion étanche, par exemple, des modèles électriques ou, mieux encore, d'envisager l'achat d'un système de thermopompe.

Les foyers ouverts classiques peuvent sembler être un attrait formidable dans une maison, mais ils sont aussi responsables d'importantes fuites d'air chaud vers l'extérieur et sont sujets au contre-tirage. Lorsqu'arrive la fin de leurs cycles de feu, les foyers émettent une grande quantité de monoxyde de carbone et sont plus sujets au contre-tirage. Minimisez ce problème en installant des portes de

Figure 9-6 Appareil de chauffage à ventilation directe



verre étanches devant le foyer et ouvrez une fenêtre légèrement lorsque vous faites fonctionner le foyer.

9.5 AUTRES FAÇONS D'ÉCONOMISER L'ÉNERGIE

Consultez la section Ressources naturelles Canada dans le chapitre intitulé Ressources pour obtenir de l'information sur l'accès à une mine de conseils supplémentaires sur l'économie d'énergie à la maison.

AVERTISSEMENT DE SÉCURITÉ :

Installez toujours des détecteurs de monoxyde de carbone (CO) dans toute maison équipée d'appareils de combustion (p. ex., foyers, poêles à bois, générateurs d'air chaud ou chauffe-eau à combustion) ou ayant un garage attenant. Lorsqu'ils sont bien installés, ces appareils protègent les occupants contre les dangers d'asphyxie causée par une défaillance de la ventilation ou une défectuosité des appareils de combustion, ou la pénétration des gaz d'échappement de véhicule automobile provenant d'un garage attenant. Ne laissez jamais tourner le moteur d'un véhicule dans un endroit fermé. Il faut toujours ouvrir les portes du garage avant de mettre en marche le moteur d'une voiture qui y est stationnée.

Remplacez régulièrement les piles des détecteurs de CO et de fumée. Ces appareils ont une durée de vie limitée et doivent être remplacés régulièrement. Vérifiez la documentation fournie par le fabricant à cet effet.

Emprisonnons la chaleur

Index

- Air de combustion. 137, 142-143
- Ajouts. 109
- Appareils d'éclairage encastrés. 61, 68, 72, 78
- Barrières de glace. 74-77
- Cadre de bois (*voir* Trappes d'accès à l'entretoit ou Trappes de grenier)
- Calfeutrage. 9, 35-39, 51-52
- Chauffage de l'eau (*voir* Chauffe-eau)
- Chauffage, ventilation et climatisation (CVC) . . 133
- Chauffe-eau (eau chaude domestique) 136-137
- Chambres froides 91, 104
- Cheminées 59-60
- Codes du bâtiment (*voir* Codes et normes) 4, 5
- Codes et normes 4, 5
- Condensation (*voir* Problèmes d'humidité)
- Construction neuve. 122
- Contrats 6
- Contre-tirage 142-143
- Contrôle des fuites d'air
- Boiseries 53
- Cheminées 59-60
- Détection des fuites d'air. 48
- Entretoits 51, 56-59
- Espace entre les solives 100-104
- Fenêtres. 53, 125-128
- Fils électriques 60-63
- Foyers 54
- Garages. 120
- Luminaires 63
- Murs 110-121
- Plafonds cathédrale 72-73
- Planchers. 105
- Planchers exposés 105
- Portes 131-132
- Prises de courant 53
- Renseignements généraux. 47-50
- Sous-sols. 102
- Surplomb 105
- Toits plats 73
- Trappes de grenier ou Trappes d'accès à l'entretoit. 55
- Corps de joint (cordon en mousse) 39
- Coupe-bise. 36-38, 40-44, 55, 126-128, 131-132
- Coupe-feu 111, 114
- Crépi. 88, 90
- CVC (*voir* Chauffage, ventilation et climatisation)

Défecteurs	67	Ignifuges	25
Devis	5	Imperméabilisation	82-83
Eau chaude domestique (<i>voir</i> Chauffe-eau)		Isolation	
Effet de cheminée	13	À haute densité	30
Efflorescence	83-84	Compression	26
ENERGY STAR®	123, 132, 134, 136, 140	Dalles en béton	109
Entretoits	56-74	Entretoits	56-59, 72-74
Étage mansardé	69	Étage mansardé	69
Étanchéisation à l'air (<i>voir</i> Contrôle des fuites d'air)		Feuilles d'aluminium	26, 31
Fenêtres		Matériaux	26, 31-38
Contre-fenêtres	128-130	Murs	110-121
Fenêtres neuves	125, 130	Murs nains	69
Isolation	130	Produit interdit (MIUF)	25
Rénovation	123-128	Produits réglementés (fibre cellulosique, amiante)	25, 28
Fils		Renseignements généraux	24
Amélioration des fils	4	Sous-sols	81-104
Foyers	48, 54, 136, 138, 143	Toit	78
Garages	120	Valeur RSI/R	15, 16, 31-33
Humidité		Valeur RSI/R réelle	16
Barrière (<i>voir</i> Pare-humidité et Pare-vapeur)		Valeur RSI/R nominale	16
Entretoits	56-58	Vides hors-sol	108
Fenêtres	125	Vides sanitaires	105-108
Murs	112	Joint d'étanchéité	35
Ordre général	14, 20, 139	Lucarnes	71
Sources	21, 128	Maison en tant que système	15
Sous-sols	82-83	Maisons du patrimoine	23
Vides sanitaires	105-107	MIUF	25, 150
Humidité (<i>voir</i> Problèmes d'humidité)		Moisissure	7
		Murs mitoyens	111

- OSB (oriented strand board) 19, 52
- Panneaux de lamelles orientées (*voir* OSB)
- Pare-air
- Matériaux 35, 45
- Renseignements généraux..... 17
- Pare-air-vapeur..... 18, 45-46, 58
- Pare-humidité..... 20-21
- Pare-vapeur 18-20, 45
- Pare-vent 18-21
- Permis..... 4
- Pièce ajoutée 121
- Plafonds cathédrale..... 72-75
- Plafonds suspendus..... 78
- Planchers exposés 105
- Plan de drainage..... 18
- Pont thermique 16
- Portes 131-132
- Portes-fenêtres coulissantes (*voir* Portes)
- Prises de courant..... 48-50, 53
- Problèmes d'humidité..... 138-140
- Produits d'étanchéité (*voir* Calfeutrage)
- Produits radiants (*voir* Isolation – Feuilles d'aluminium)
- PSE (polystyrène expansé) 29
- PSX (polystyrène extrudé) 29
- Qualité de l'air ambiant..... 25, 135, 137-141
- Radon..... 7-8, 83
- Règle un tiers-deux tiers 22
- Retardateur (*voir* Pare-vapeur)
- Retenir les services d'un entrepreneur..... 5
- Santé et sécurité..... 6
- Équipement 8-9
- Vermiculite, mousse isolante d'urée formaldéhyde (MIUF) et amiante..... 7
- Solin 85, 87, 89
- Soulèvement causé par le gel 92, 106, 108
- Sous-sols..... 81-105
- Surplomb 105
- Système de chauffage 15, 133-137
- Systèmes de climatisation 137
- Toit 56-80
- Toit chaud 71, 72
- Toits plats..... 72-74
- Trappes d'accès à l'entretoit ou Trappes de grenier..... 55
- Valeur RSI (valeur R) 16-17
- Ventilateur-récupérateur de chaleur (VRC). 141-142
- Ventilateurs-récupérateurs d'énergie (VRÉ) 141-142
- Ventilation
- Air de combustion..... 137-138
- Entretoits 58, 63-64

Maison18-20, 137-140

Vides sanitaires..... 105-108

Vermiculite 7, 32, 58

Vides hors-sol..... 108

Vides sanitaires..... 105-107

VRC (*voir* Ventilateur-récupérateur de
chaleur [VRC])

VRÉ (*voir* Ventilateurs-récupérateurs
d'énergie [VRÉ])

Emprisonnons la chaleur

Ressources

Ressources naturelles Canada

Le site Web de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE) accessible à l'adresse oee.rncan.gc.ca/ maisons offre une mine d'informations concernant tous les aspects de l'efficacité énergétique, y compris la publication *Planification de rénovations éconergétiques pour votre maison*.

L'OEE offre également de nombreuses publications qui vous aideront à mieux comprendre les systèmes de chauffage et les chauffe-eau résidentiels, les portes et fenêtres, les appareils, l'éclairage, l'équipement électronique et la consommation d'énergie à la maison, ainsi que l'efficacité énergétique sur la route. Consultez les publications sur l'énergie de la bibliothèque virtuelle de l'OEE à l'adresse oee.rncan.gc.ca/publications.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de cette publication ou d'autres publications sur l'efficacité énergétique offertes gratuitement, veuillez vous adresser à :

Publications Éconergie
Office de l'efficacité énergétique
Ressources naturelles Canada
a/s de Communications St-Joseph
Service de traitement des commandes
1165, rue Kenaston
Case postale 9809, succursale T
Ottawa (Ontario) K1G 6S1

Tél. : 1-800-387-2000 (sans frais pour obtenir des publications uniquement)

Tél. : 1 800 O-Canada (sans frais pour toute demande de renseignement)

Télécopieur : 613-740-3114

ATME : 613-996-4397 (appareil de télécommunication pour malentendants)

Prévoir trois semaines pour la livraison.

Société canadienne d'hypothèques et de logement

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) offre un large éventail de publications, gratuites ou non, sur la rénovation résidentielle, la maison saine, l'entretien et les réparations. Visitez le site Web de la SCHL à l'adresse schl.gc.ca puis cliquez sur Français, Consommateurs, Rénovation d'un logement, Publications et rapports.

Les publications gratuites suivantes sont particulièrement intéressantes si vous rénovez votre maison :

- 62077 *Votre maison : Amiante*
- 62076 *Votre maison : Les gaz de combustion dans votre maison – Ce que vous devez savoir sur les émanations des gaz de combustion*
- 60606 *Votre maison : Combattre la moisissure – guide pour les propriétaires-occupants*
- 60916 *Maisons saines^{MC} : Conseils pratiques*
- 62278 *Votre maison : Le choix d'un entrepreneur*
- 62086 *Votre maison : Comment déchiffrer une fiche technique sur la sécurité des substances (FTSS)*
- 62075 *Votre maison : Mesurer l'humidité dans votre maison*
- 62352 *Votre maison : Modèle de contrat de rénovation*

- 62080 *Votre maison : Mousse isolante d'urée formaldéhyde (MIUF)*
- 61320 *Le plomb dans votre maison*
- 61328 *Le radon : Guide à l'usage des propriétaires canadiens*
- *Guide de consultation rapide de la Loi sur les produits dangereux pour les fabricants, les importateurs, les distributeurs et les détaillants* – 2009 est à votre disposition sur le site Web de Santé Canada à l'adresse : sc-hc.gc.ca/cps-spc/pubs/indust/reference_guide-consultation_rapid/index-fra.php.

La SCHL offre également une série d'intérêt intitulée *Rénovation éconergétique – Études de cas*. Ces feuillets fournissent de l'information détaillée sur les rénovations éconergétiques en fonction de types particuliers de maisons, notamment celles construites avant la Seconde Guerre mondiale, les maisons pièce sur pièce et les maisons mobiles.

Pour commander des exemplaires imprimés de ces publications gratuites, écrivez ou téléphonez à :

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal, bureau 1000
Ottawa (Ontario) K1A 0P7
Tél. : 1-800-668-2642
Téléc. : 1-800-245-9274

Santé Canada

Santé Canada offre de l'information sur un large éventail de questions relatives à la santé, sur son site Web à l'adresse sc-hc.gc.ca. Pour trouver rapidement l'information sur un sujet en particulier, utilisez la fonction de recherche de la page d'accueil et entrez le mot-clé ou le sujet qui vous intéresse.

Ces publications gratuites représentent un certain intérêt :

- *Votre santé et vous : Humidité et moisissures dans l'air intérieur*
- *Votre santé et vous : Risques pour la santé associés à l'amiante*
- *Votre santé et vous : Isolant de vermiculite pouvant contenir de l'amiante amphibolique*

Pour commander des publications en ligne, à partir de la page d'accueil, cliquez sur Contactez-nous, puis défilez jusqu'à Foire aux questions, Comment commander une publication.

Pour commander des exemplaires imprimés, faites parvenir un courriel ou téléphonez à Santé Canada :

Courriel : info@hc-sc.gc.ca

Tél. : 613-957-2991

Ligne sans frais : 1-866-225-0709

Téléc. : 613-941-5366

ATME : 1-800-267-1245 (Santé Canada) (appareil de télécommunication pour malentendants)

Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada
Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

Canada