Emprisonnons la chaleur

6 L'isolation des sous-sols

6.1 Isolation du sous-sol de l'extérieur

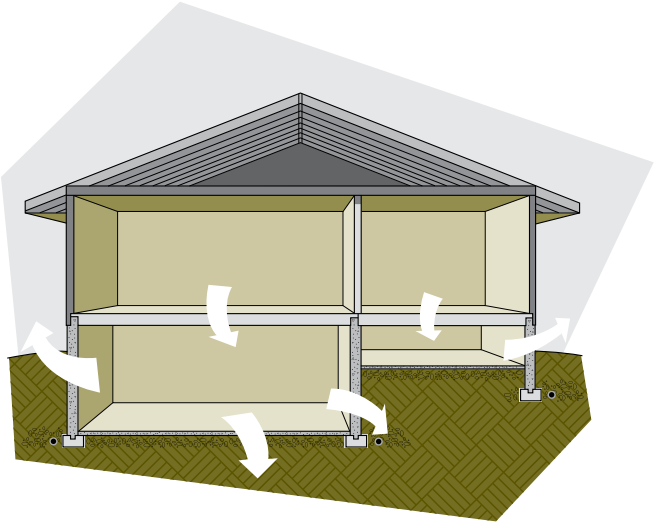
6.2 Isolation du sous-sol de l'intérieur

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.

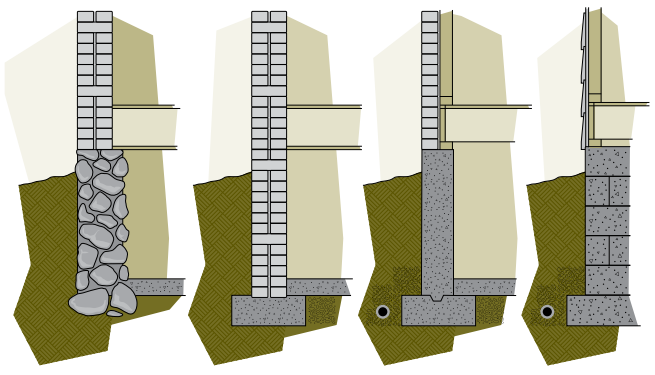
Types de sous-sols

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.

Figure 6-2 Types de fondation



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.

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 dénivelant 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'infiltre 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 :

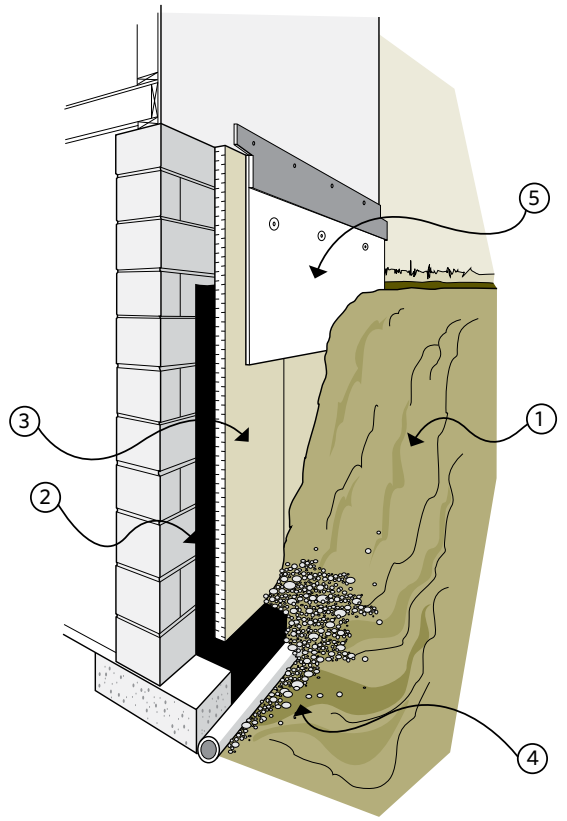
- la configuration extérieure, comme les entrées de service enfouies et de surface, l'accès et les limites de terrain, qui peuvent rendre l'excavation difficiles;
- les besoins en matière d'isolant (type, épaisseur, hauteur et profondeur); la finition (couche protectrice, solin);
- les outils et l'équipement 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;
2. l'imperméabilisation;
3. l'isolation;
4. l'installation du système de drainage et le remplissage;
5. la couche protectrice et les solins.

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'étayage 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).

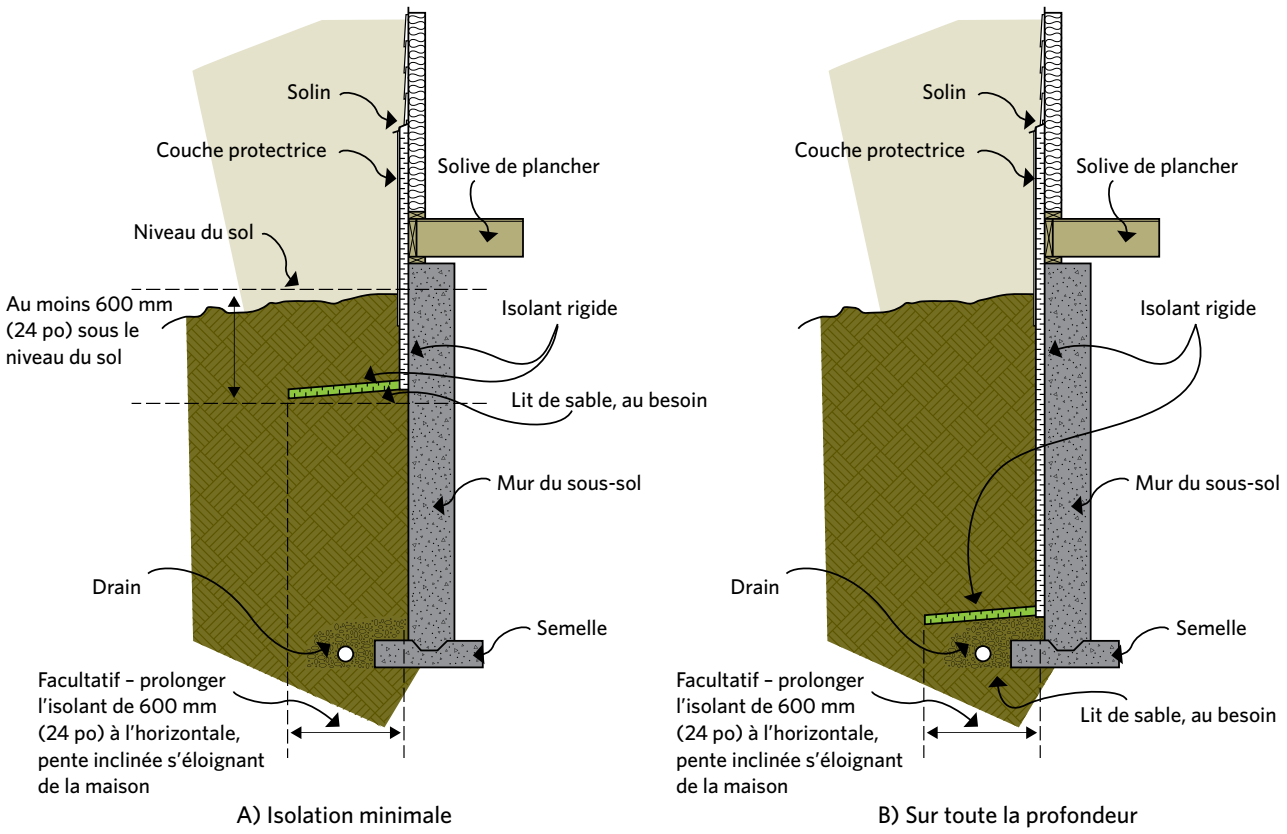
ii) Préparation de la surface et du lieu de travail

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.

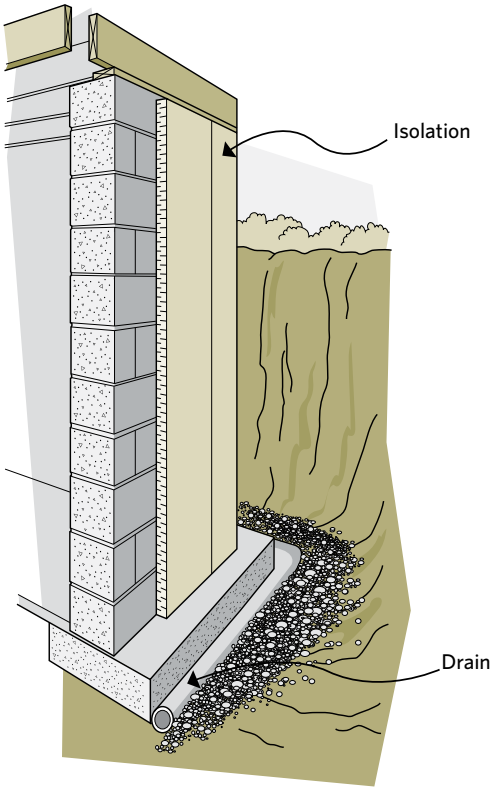
Mesurez et coupez l'isolant à la hauteur désirée (habituellement du dessus de la semelle jusqu'au solin du mur extérieur). Commencez à poser l'isolant dans un coin, en faisant se chevaucher les panneaux aux coins, et ajustez les panneaux isolants le mieux possible aux murs (voir la Figure 6-6).

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.

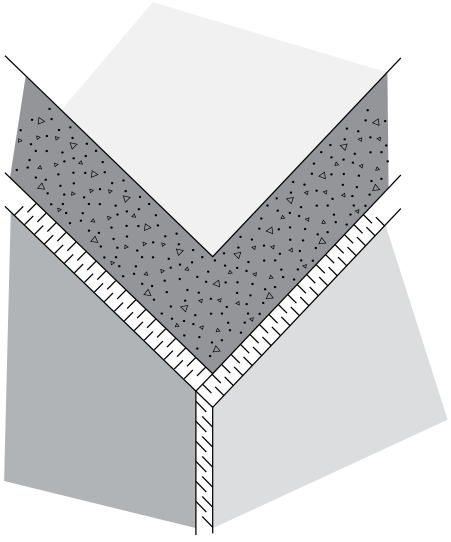
Appliquez du crépi sur les fondations en moellons bruts ou en briques pour lisser le mur après avoir effectué toutes les réparations. Le type et la malléabilité de l'isolant choisi déterminera le lissé requis du crépi. Le bon matériau de crépissage agira également comme un matériau de surface sacrificiel 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.

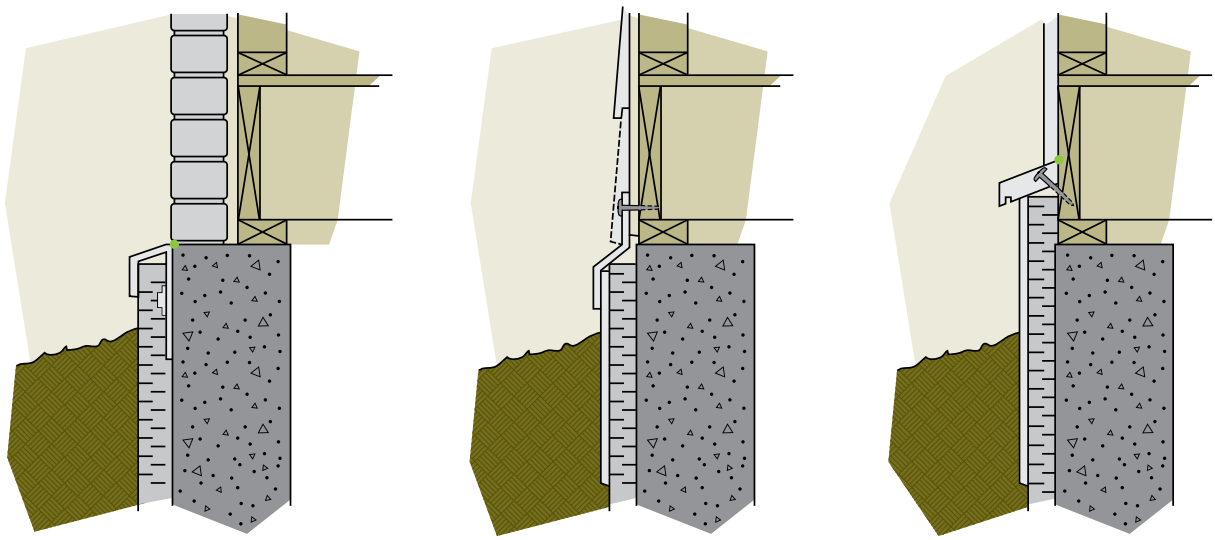
Le solin devrait s'accommoder à la largeur de l'isolant et de la couche protectrice. Le solin en bois devrait être incliné et avoir un surplomb d'au moins 20 mm (¾ po) ainsi qu'un larmier sur la surface inférieure.

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



Profilé en « J » Profilé en « Z » Solin de bois

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 – ⅛ 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

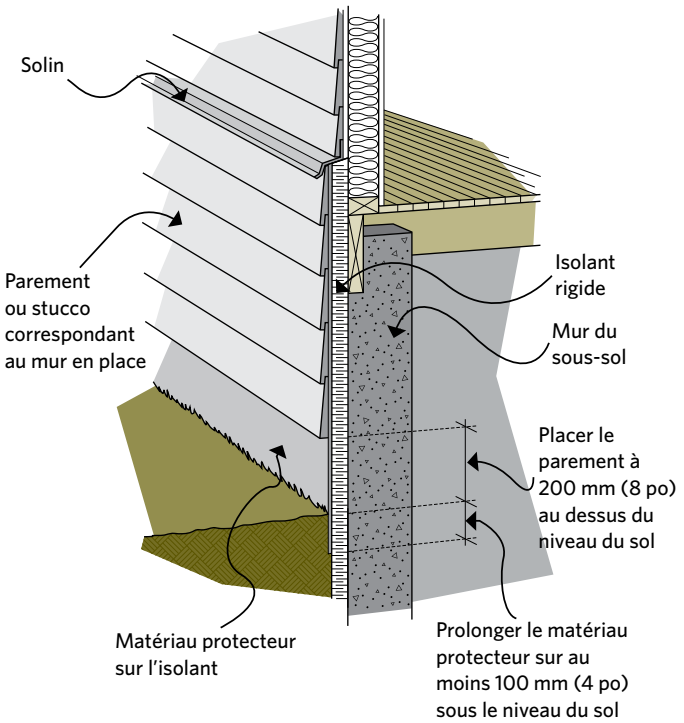
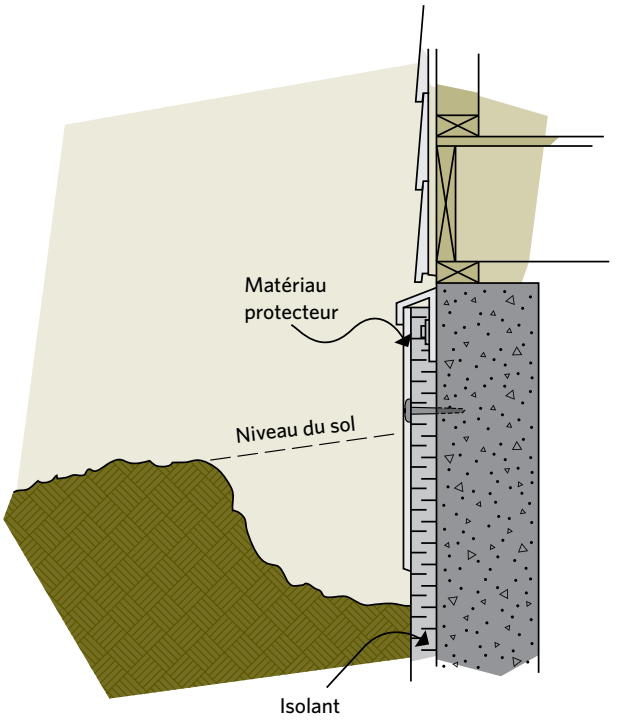


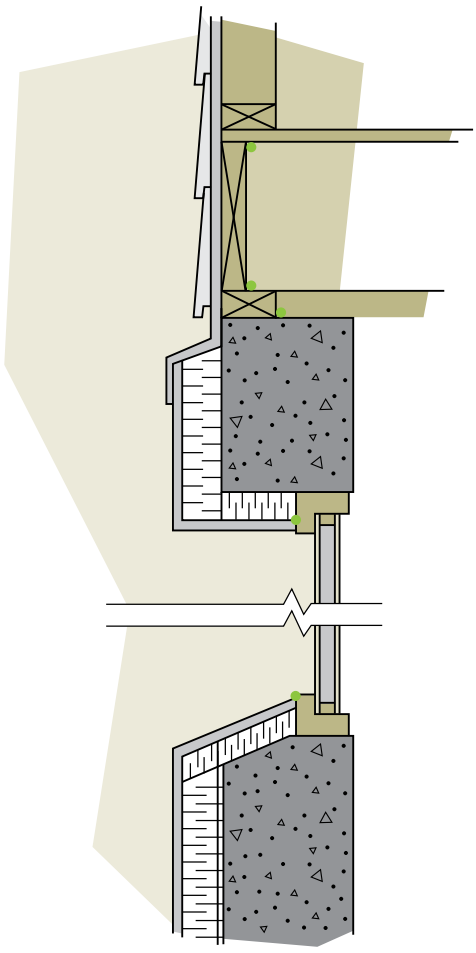
Figure 6-9 La protection extérieure doit s'étendre sous le niveau du sol



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

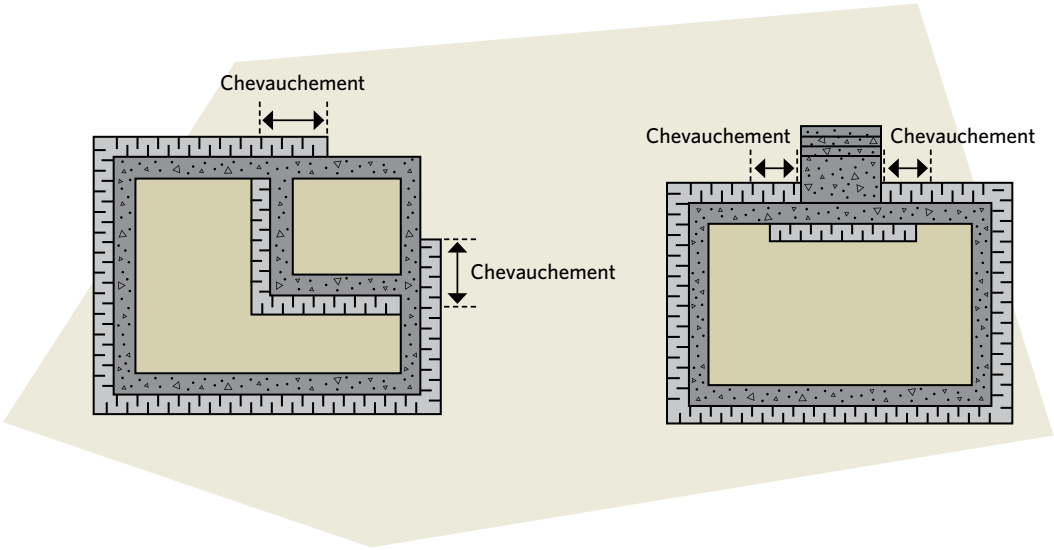
Si l'isolant extérieur ne s'étend pas au-dessus de la solive de bordure par au moins 150 mm (6 po), celle-ci devra être scellée et isolée de l'intérieur du sous-sol. (Voir la section 6.2 Isolation du sous-sol de l'intérieur.)

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.

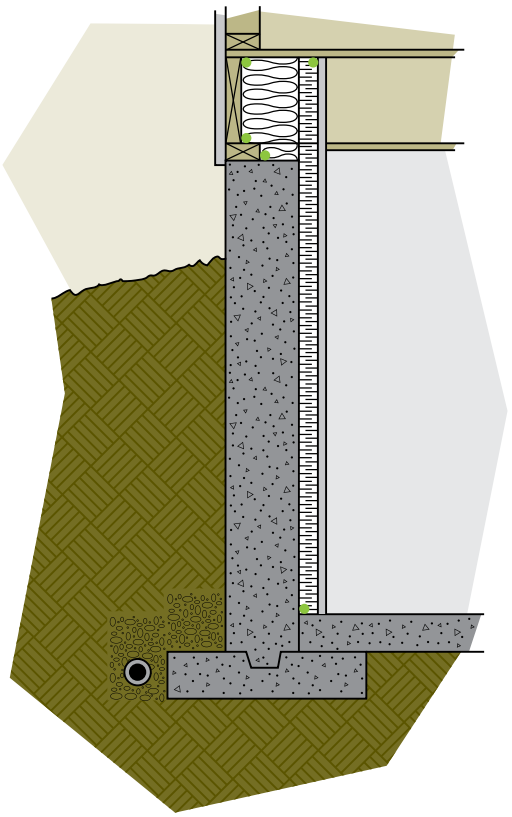
La mousse de polyuréthane à alvéoles fermées, qui devrait uniquement être appliquée par un installateur

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 (½ 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 recoupements.

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 (½ 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 décidiez 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.

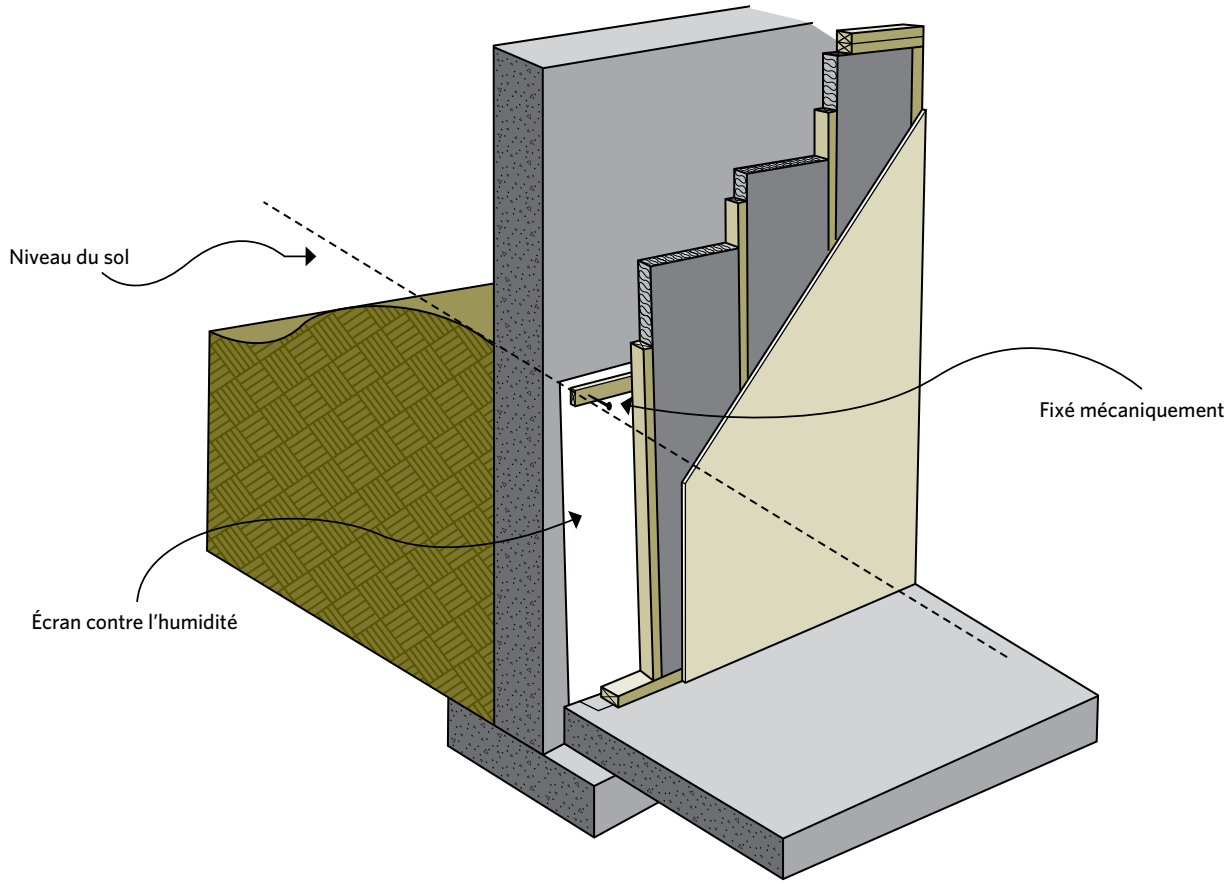
Pour de plus amples renseignements sur les matériaux et les techniques, voir le chapitre 3 Les matériaux et le chapitre 4 Mettre fin aux fuites d'air.

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 [½ 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.

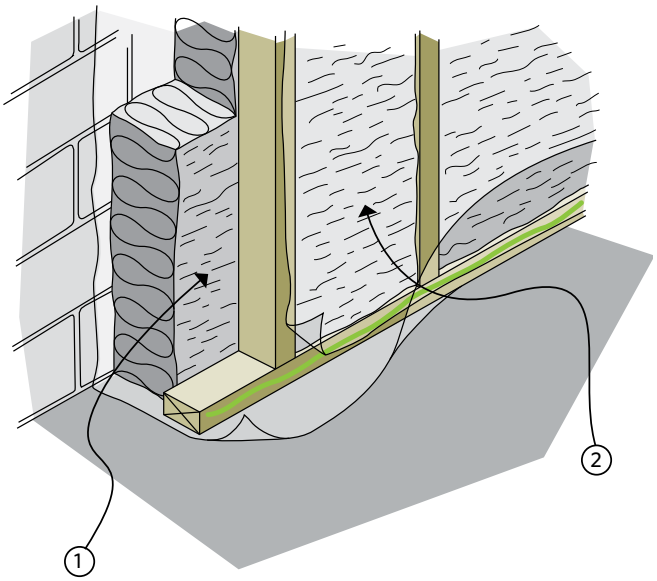
La deuxième méthode demande plus d'espace intérieur mais permet de poser plus d'isolant et favorise moins la formation de ponts thermiques à travers la charpente; elle offre également une meilleure protection contre l'humidité. La lisse basse devrait être posée sur la partie supérieure du matériau enveloppant 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.

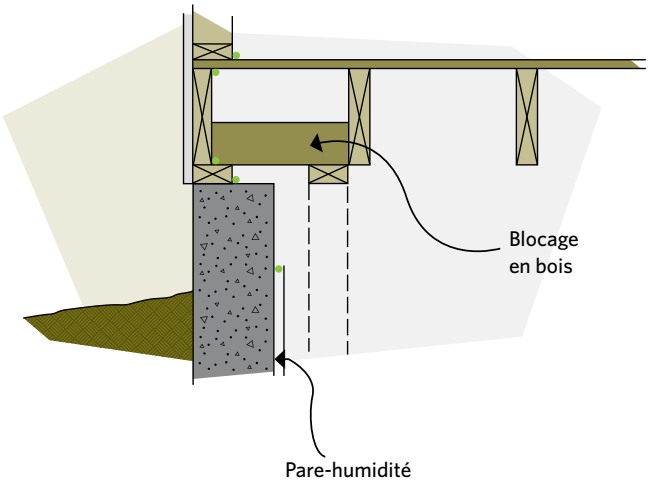
Il faut ensuite assembler les poteaux espacés de 610 mm (24 po) aux entraxes (c'est-à-dire du centre d'un poteau au centre de l'autre). L'espacement à prévoir est fonction du support structural nécessaire

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 imperrespirante 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.

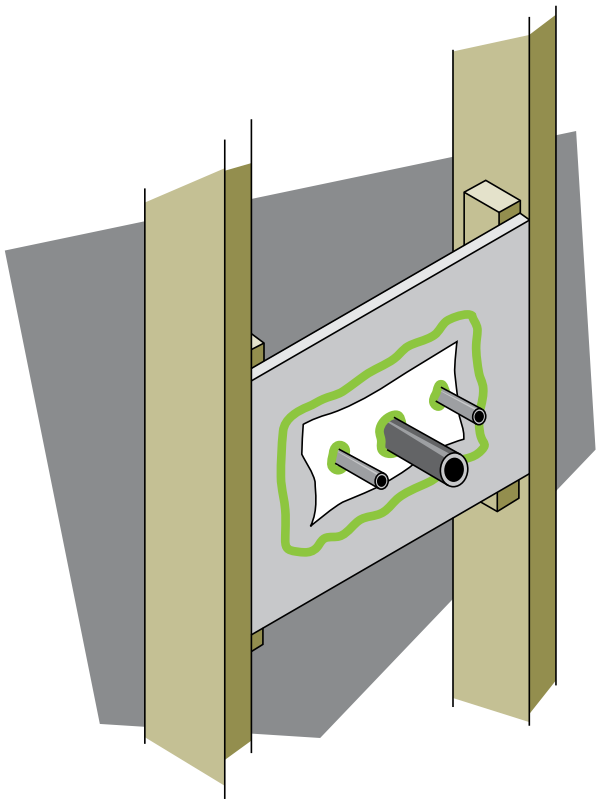
Laissez une longueur suffisante de polyéthylène ou de pare-vapeur intelligent à l'extrémité supérieure pour le joindre au pare-air entre les solives. Scellez avec de la pâte acoustique ou tout autre produit adéquat tous les joints et toutes les entrées dans le pare-air. Tous les joints doivent se chevaucher 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 recoupements 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.

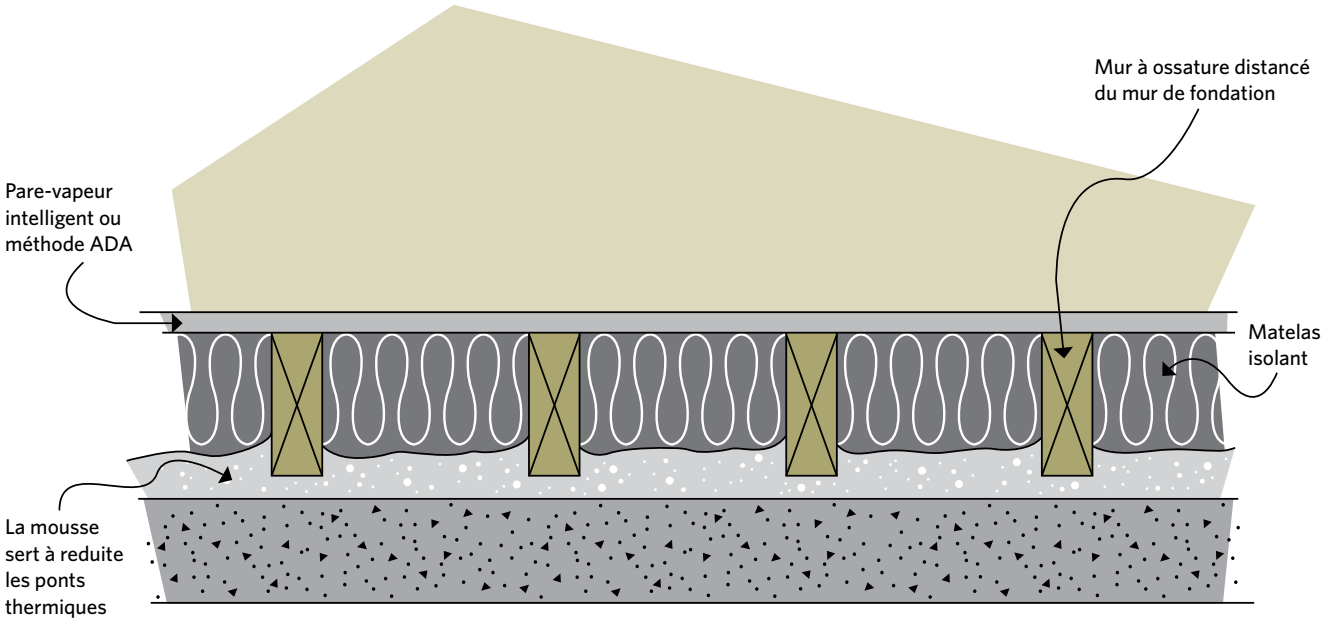
Le principal inconvénient à cette méthode est le coût plus élevé, mais elle diminue le besoin d'autres matériaux et de main-d'œuvre. Voir la Figure 6-17.

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

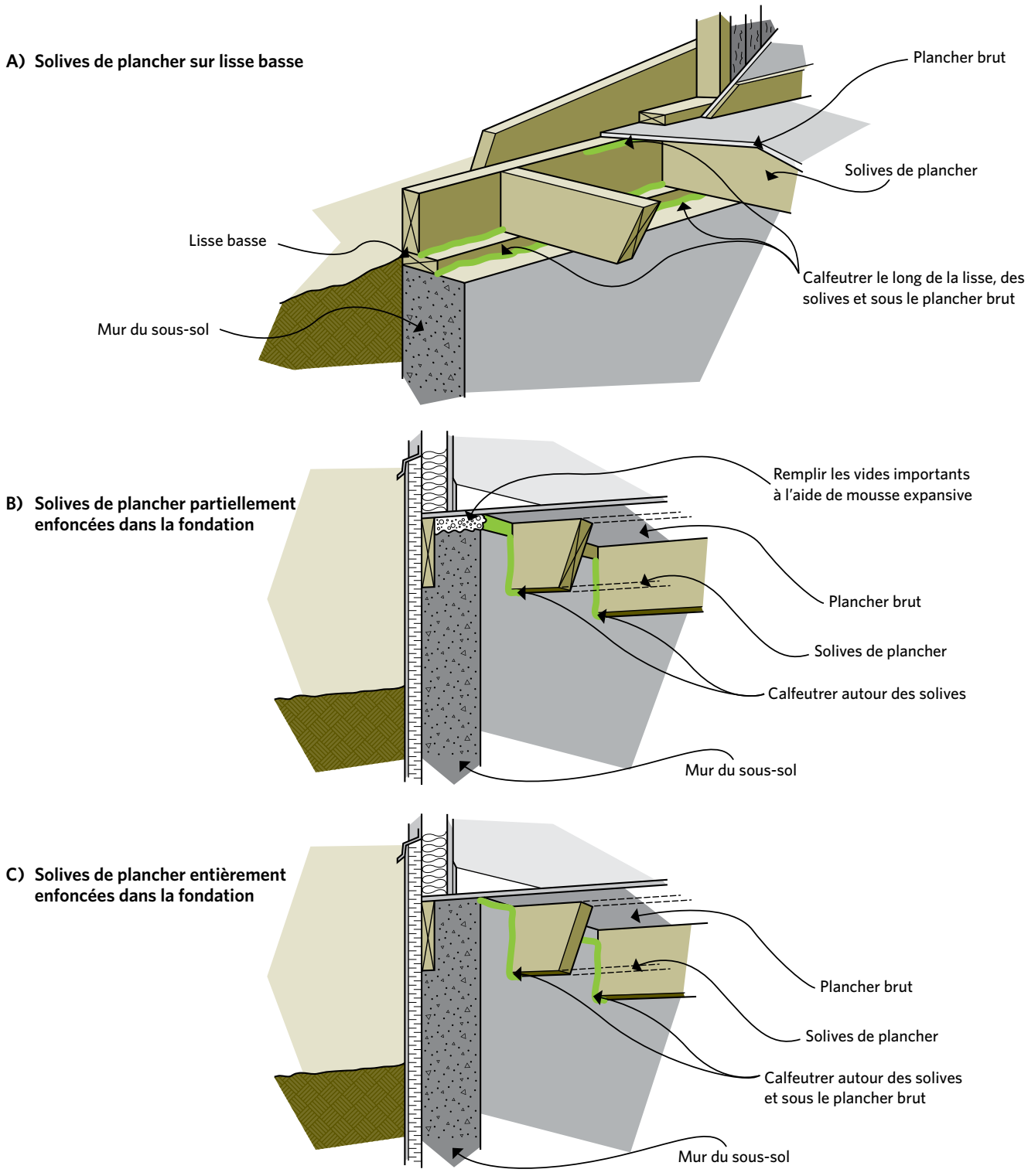
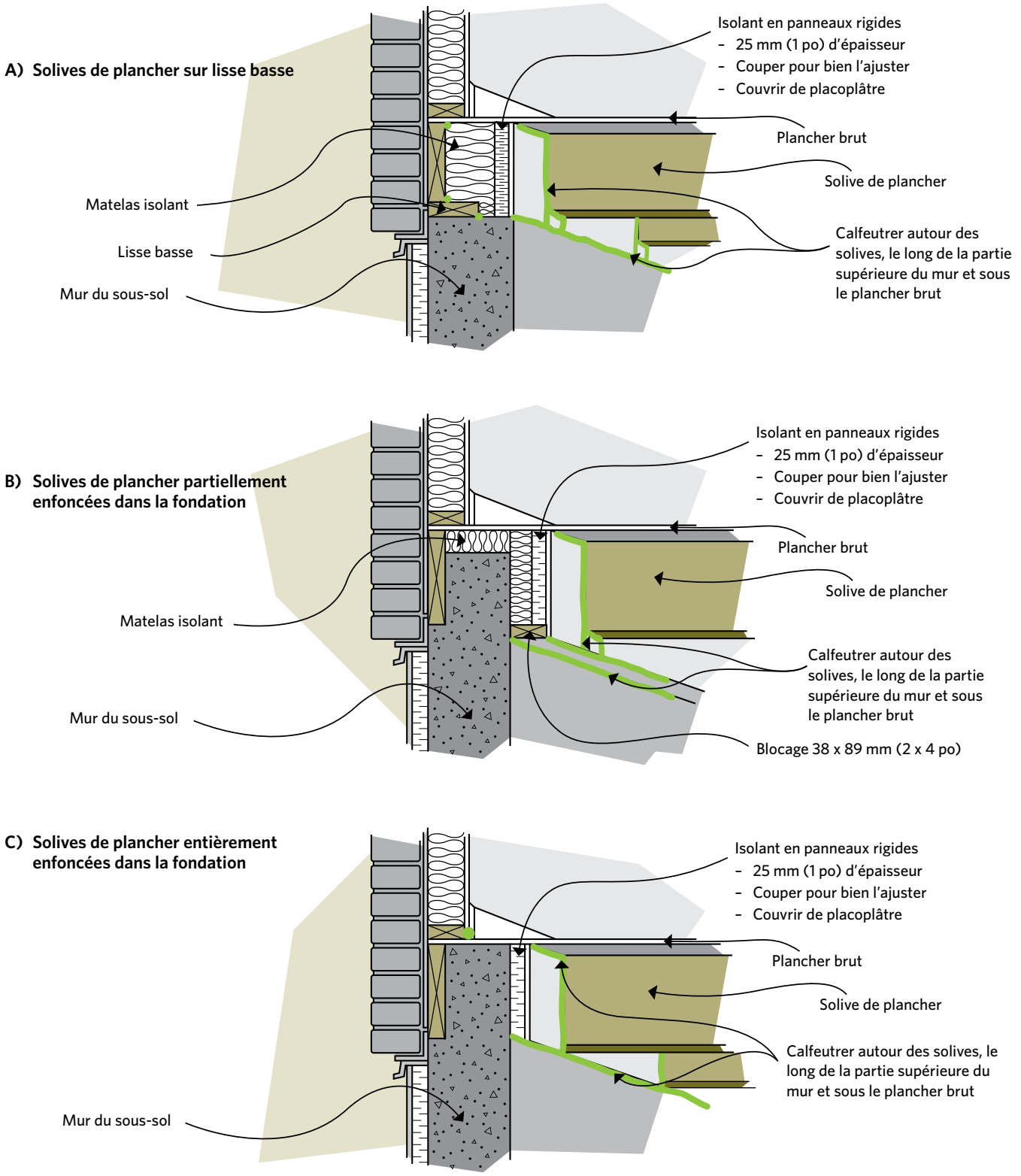


Figure 6-19 Isolation de l'espace entre les solives



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

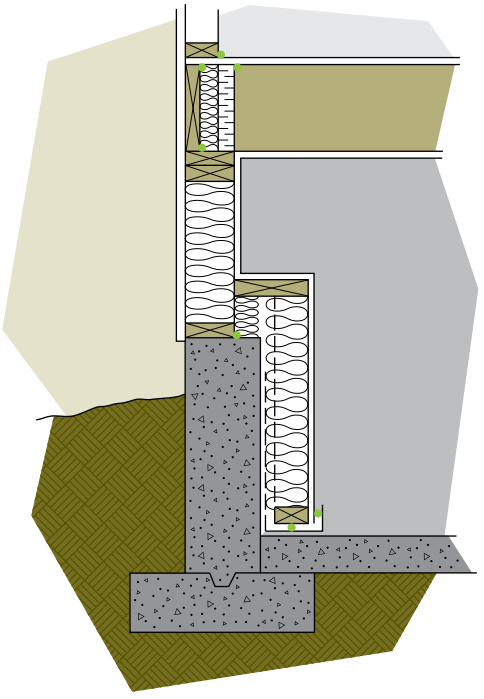
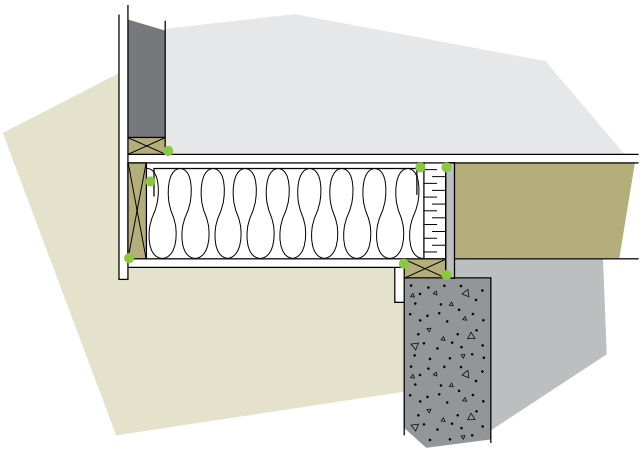


Figure 6-21 Les surplombs doivent être scellés avant d'être isolés



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 sécheuse 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

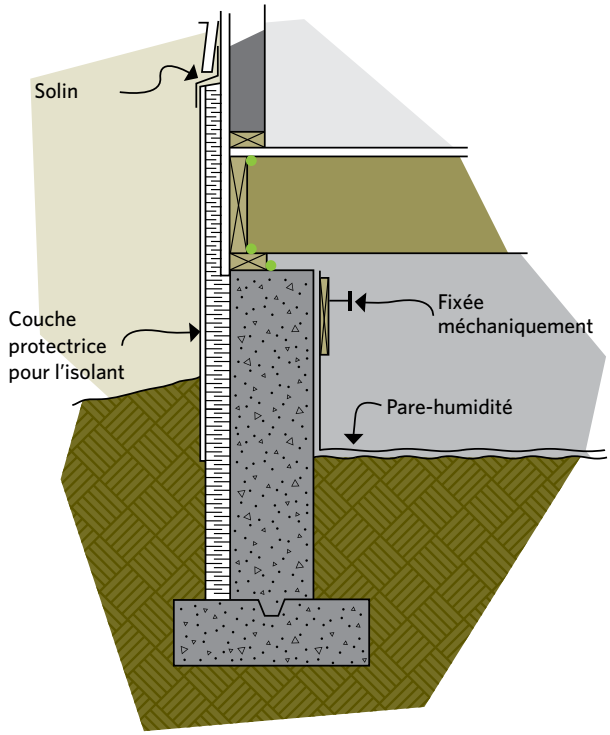
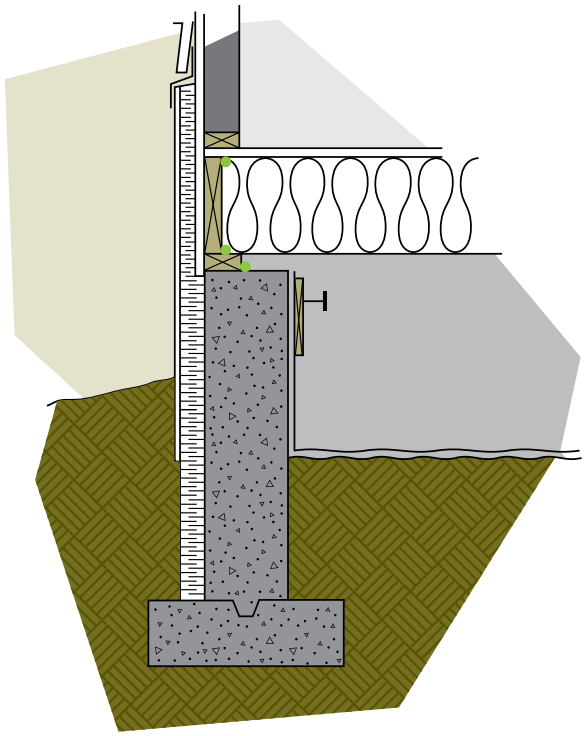


Figure 6-23 L'isolation des murs et du plancher crée un vide sanitaire partiellement chauffé



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.

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 évents par rapport à la surface du plancher). N'aérez pas le vide sanitaire durant l'hiver; les évents 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 sécheuse 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.

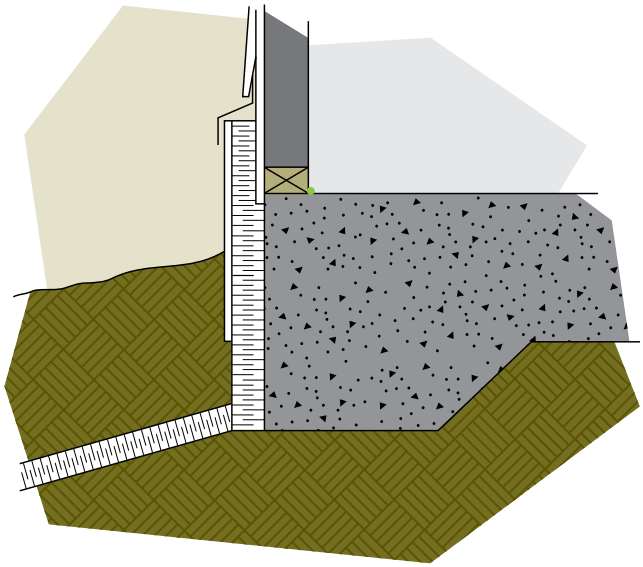



Figure 6-24 L'isolant en panneaux rigides enfoui en pente dans le sol empêche les dalles sur le sol de geler