

# AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT



- Travaux d'amélioration extérieurs – maisons de deux étages des années 1960 et 1970
- Économies d'énergie de 10 % ou 25 % pour le chauffage des locaux



Figure 1 : Maison individuelle de deux étages

## TRAVAUX D'AMÉLIORATION EXTÉRIEURS

On peut améliorer l'enveloppe du bâtiment de l'extérieur ou de l'intérieur. La décision dépendra largement des revêtements intérieurs et extérieurs de la maison, de son aménagement et de sa construction, des exigences relatives aux marges de recul, des autres rénovations nécessaires et de l'occupation des lieux ou non pendant les travaux. Il y a plusieurs avantages à isoler et à étanchéifier de l'extérieur. On peut alors colmater les fissures et les trous et couvrir les matériaux thermoconducteurs (appelés « ponts thermiques »). On peut aussi déceler les infiltrations d'eau et faire les réparations qui s'imposent. De plus, ces travaux n'abîment pas les revêtements intérieurs et ne réduisent pas les dimensions des pièces. Ils facilitent la continuité de l'isolation et du pare-air, maintiennent le bâtiment à une température plus uniforme et donnent l'occasion d'améliorer l'apparence extérieure de la maison.

## RÉNOVER POUR ÉCONOMISER DE L'ÉNERGIE

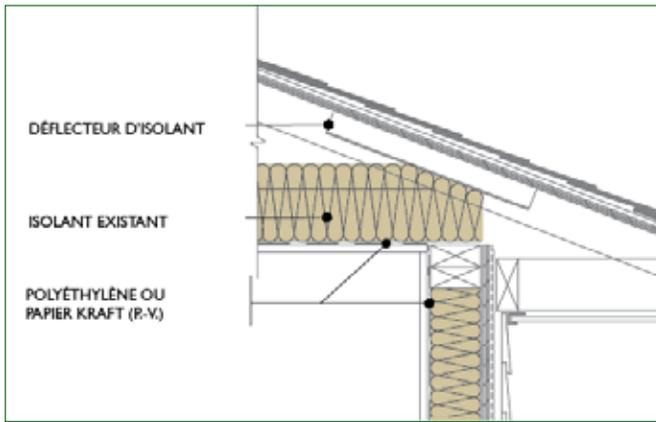
L'une des meilleures façons de réduire la consommation d'énergie d'une maison existante est d'ajouter de l'isolant à la toiture, aux murs et au sous-sol, d'améliorer les portes et fenêtres et de colmater les fissures, les fuites et les trous. Ces travaux, appelés « amélioration de l'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment », contribuent à réduire les pertes de chaleur en hiver et les gains thermiques en été en plus d'abaisser la facture d'énergie, d'améliorer le confort et d'isoler le bâtiment des bruits extérieurs.

Le présent feuillet d'information offre des conseils sur les améliorations extérieures à l'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment des maisons de deux étages des années 1960 et 1970 qui peuvent réduire de 10 % et 25 % la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux. Il décrit d'abord les caractéristiques de votre maison (ce que vous avez maintenant), puis il expose les possibilités d'étanchéification à l'air et d'isolation pour réaliser les économies d'énergie ciblées, les éléments techniques à considérer dans la planification du projet de rénovation et les précautions d'usage.

### Ce que vous avez maintenant

L'état d'une maison de deux étages des années 1960 ou 1970, avant les travaux, dépendra de son âge et de son emplacement et des améliorations qui auront déjà été apportées, le cas échéant. La maison type de cette époque aura une superficie d'environ 250 m<sup>2</sup> (2 691 pi<sup>2</sup>). Elle aura un sous-sol fini et elle sera probablement revêtue de maçonnerie, de bardage ou de stucco. La figure 2 décrit les matériaux usuels, les valeurs RSI (valeurs R) des isolants et les assemblages de ce type de bâtiment, sous réserve de certaines variantes régionales. Les maisons de ce type ont généralement des taux de fuite plutôt élevés et les valeurs mesurées de l'étanchéité à l'air font état, en moyenne, de plus de 6,0 renouvellements d'air à l'heure (RAH<sub>50</sub>).

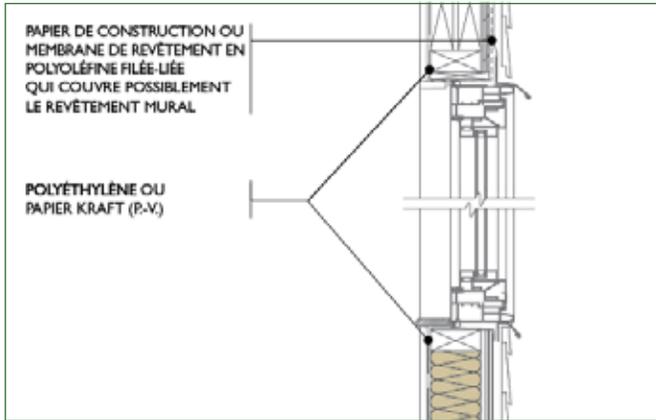
En général, les maisons construites dans les années 1960 et 1970 sont également peu isolées. Les vides sous toit n'ont souvent qu'une seule couche d'isolant et les valeurs d'isolation des murs sont deux fois moins élevées que les valeurs exigées dans les maisons neuves. Les sous-sols sont généralement peu isolés, lorsqu'ils le sont. Heureusement, il y a bien des possibilités pour améliorer l'efficacité énergétique de l'enveloppe de ces maisons. Les technologies d'isolation, d'étanchéification à l'air et de fenestration ont beaucoup évolué. Ainsi, on peut maintenant se procurer de l'isolant dont la valeur RSI (valeur R) est plus élevée, des pellicules à faible émissivité et des fenêtres plus performantes grâce aux lames de gaz inerte et à de meilleurs intercalaires et mastics d'étanchéité. De plus, on comprend mieux les techniques d'étanchéification à l'air. La figure 3 illustre une approche générale à l'amélioration éconergétique du mur illustré à la figure 2 – du vide sous toit jusqu'au sous-sol. La section ci-dessous fait état de cinq options d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment, dont trois permettent de réaliser des économies de chauffage de 10 % et deux des économies de chauffage de 25 %.



### Toiture et vide sous toit

Contreplaqué ou panneaux de copeaux orientés (OSB) par-dessus les fermes ou chevrons avec environ 200 mm (8 po) d'isolant en fibre de verre entre les membrures de fermes, ce qui offre une valeur RSI nominale de 4,5 à 5,5 (R25 - 31).

La hauteur des fermes entre la partie supérieure et la partie inférieure des membrures est généralement plutôt faible là où les fermes sont appuyées sur les murs extérieurs. Il est donc possible qu'il n'y ait pas suffisamment d'espace pour ajouter de l'isolant aux débords de toit.

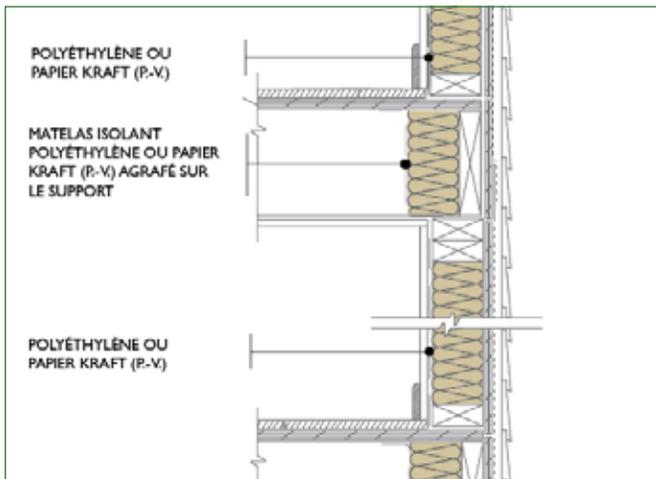


### Portes et fenêtres

Fenêtres en bois ou en vinyle à vitrage simple ou double, intercalaire en métal et vide d'air.

Si elles n'ont pas encore été remplacées, les fenêtres de ces maisons ont souvent des taux de fuite élevés et offrent une piètre performance thermique.

L'espace entre la fenêtre et le bâti d'attente pourrait être peu étanche.

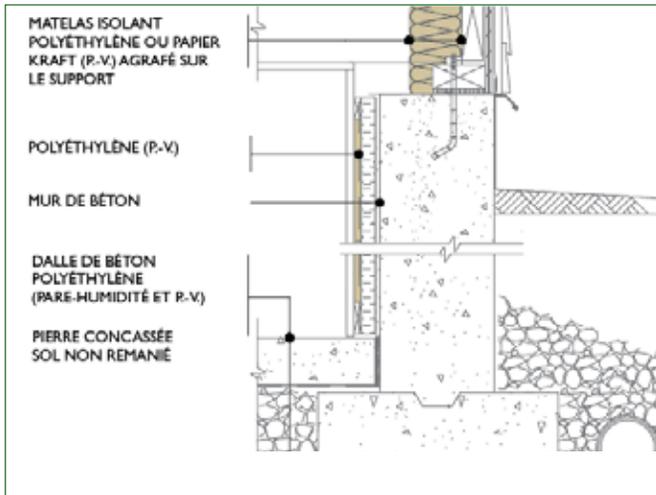


### Murs au-dessus du niveau du sol

Bardage, stucco, maçonnerie ou autre revêtement sur panneau OSB ou contreplaqué, avec murs à ossature de bois de 38 x 89 mm (2 x 4 po). La cavité murale peut contenir de l'isolant en matelas de fibre de verre qui offre une valeur RSI nominale de 2,0 à 2,6 (R11 - 15).

On trouve parfois une feuille de polyéthylène qui agit comme pare-vapeur du côté intérieur de l'ossature du mur et qui est recouverte de plaque de plâtre; on trouve aussi parfois un matelas isolant à endos de papier kraft agrafé aux poteaux d'ossature pour maintenir l'isolant en place.

Il peut y avoir de l'isolant en matelas entre les solives de plancher sur la face intérieure de la solive de rive. Il peut aussi y avoir une feuille de polyéthylène comme pare-vapeur sur l'isolant.



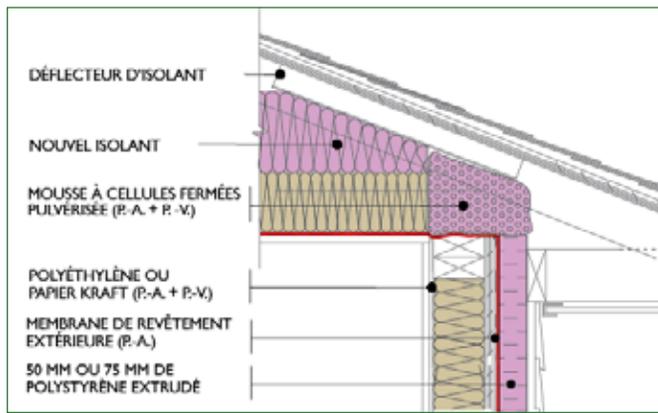
### Murs sous le niveau du sol

Mur de fondation en béton ou en blocs de béton avec protection extérieure contre l'humidité et l'eau. Murs intérieurs à ossature de bois de 38 x 38 mm (2 x 2 po) remplis avec un matelas isolant, offrant une valeur RSI de 1,1 à 2,2 (R6 - 12).

Il peut y avoir de l'isolant en matelas entre les solives de plancher sur la face intérieure de la solive de rive. Il peut aussi y avoir une feuille de polyéthylène comme pare-vapeur sur l'isolant.

S'il y a une feuille de polyéthylène sous la dalle du plancher, elle servira à la fois de pare-vapeur et de pare-humidité.

Figure 2 : Coupe de la toiture, des murs, des planchers et du sous-sol avant les travaux d'amélioration

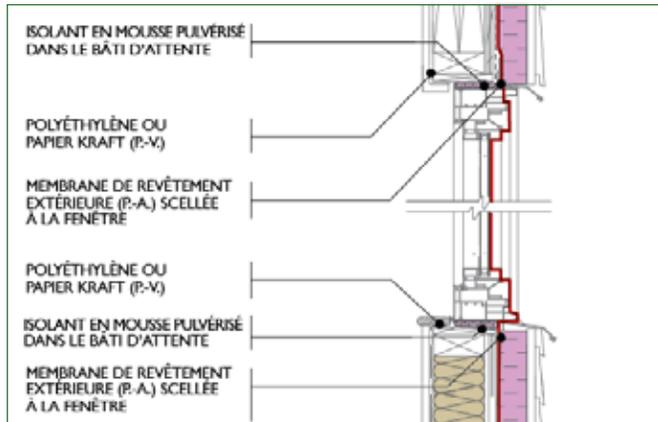


### Toiture et vide sous toit

Ajoutez de l'isolant en matelas de fibre de verre ou pulvérisez de l'isolant par-dessus de l'isolant du plafond.

Enlevez les soffites extérieurs pour pulvériser de la mousse au-dessus du mur extérieur; entre les fermes, ce qui offrira une protection thermique dans les espaces peu profonds et pour étanchéiser à l'air au point de rencontre du plafond et du mur extérieur.

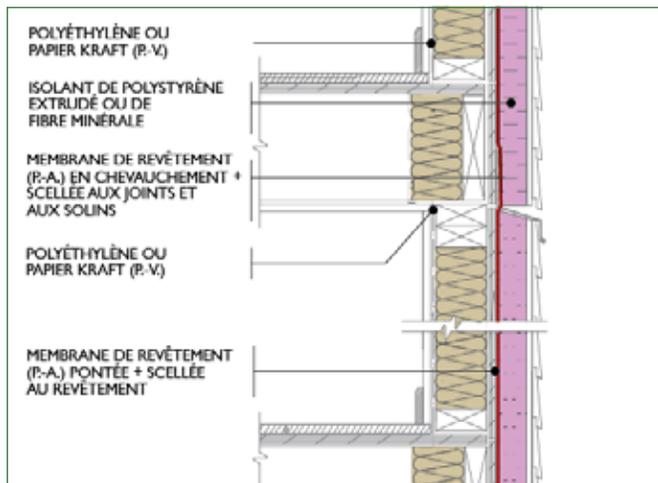
Assurez-vous que le déflecteur d'isolant installé entre les fermes à la face intérieure du revêtement de toiture n'est pas bloqué pour assurer une bonne ventilation du vide sous toit.



### Portes et fenêtres

Assurez-vous que les nouvelles portes et fenêtres sont cotées ENERGY STAR<sup>MD</sup> ou mieux encore et qu'elles conviennent à la région(zone de degrés-jours de chauffage).

Envisagez des critères de performance plus élevés pour les fenêtres ouvrantes (p. ex., fenêtres coulissantes, à guillotine simple ou double, pivotantes, oscillo-battantes et basculantes), surtout dans les régions où les précipitations accompagnées de vents violents sont fréquentes. Envisagez la pose de solins sous les appuis pour évacuer l'humidité fortuite du bâti d'attente et du mur.

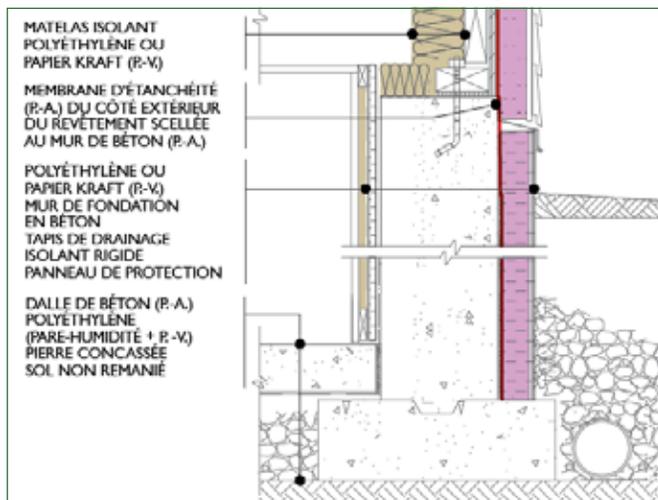


### Murs au-dessus du niveau du sol

Enlevez le bardage existant.

Installez une membrane de revêtement extérieure (pare-air) au-dessus du panneau de revêtement existant en veillant à ce que tous les joints, les chevauchements et les points de pénétration dans la membrane soient adéquatement étanchéisés pour former un assemblage continu, étanche à l'air.

Installez de l'isolant rigide en continu (en couches, s'il y a lieu) sur les espaces opaques des murs extérieurs. Installez de la fourrure verticale sur l'isolant rigide, fixée directement aux poteaux, pour créer une cavité de drainage derrière le nouveau bardage extérieur.



### Murs sous le niveau du sol

Excavez le sol au pourtour du mur de fondation, jusqu'au-dessus de la semelle.

Installez une nouvelle membrane d'étanchéité (s'il n'y en a pas) et une couche continue d'isolant rigide sur le côté extérieur des murs de fondation. Installez un tapis de drainage directement sur la membrane d'étanchéité ou sur l'isolant rigide.

Si l'isolant n'est pas recouvert d'un tapis drainant, installez un panneau pour protéger l'isolant pendant les travaux de remblai. Si l'isolant de la fondation s'étend au-dessus du niveau du sol, protégez l'isolant en appliquant un crépi modifié aux polymères sur un lattis métallique.

Figure 3 : Option de rénovation n° 4 - coupes de la toiture, des murs, des planchers et du sous-sol après les travaux

Avant de planifier des améliorations éconergétiques pour une maison précise, la SCHL recommande de faire effectuer une évaluation ÉnerGuide par un conseiller qualifié en efficacité énergétique. Lors de l'évaluation, on mesure l'étanchéité à l'air de la maison avant les travaux, on suggère des améliorations à l'installation de chauffage actuelle et on trouve les endroits où les fuites d'air doivent être colmatées et où il faut ajouter de l'isolant. Ces évaluations et les cotes qui en résultent peuvent être obtenues d'entreprises de service accréditées aux termes du programme ÉnerGuide de Ressources naturelles Canada. Pour obtenir plus d'information sur la marche à suivre pour trouver une entreprise de service, visitez le <http://oee.rncan.gc.ca/residentiel/personnel/11716>.

## MESURES D'AMÉLIORATION À L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT POUR RÉALISER DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE

Des améliorations éconergétiques peuvent être apportées à certains éléments cruciaux de l'enveloppe, voire à tous les éléments : toit ou vide sous toit, murs hors sol, portes et fenêtres et murs sous le niveau du sol. Le choix des endroits à traiter et la quantité d'isolant à ajouter seront fonction du niveau d'économies d'énergie souhaité et du budget disponible. L'état de la maison, les coûts de rénovation dans la localité et les prix de l'énergie auront tous une incidence sur la rentabilité des travaux d'amélioration. Le propriétaire pourra prendre l'une ou l'autre des mesures suggérées ci-dessous ou même les effectuer toutes :

- améliorer l'étanchéité à l'air;
- isoler davantage la toiture ou le vide sous toit;
- ajouter de l'isolant sur la paroi extérieure des murs sous le niveau du sol (sous-sol);
- ajouter de l'isolant sur la paroi extérieure des murs hors sol;

- remplacer les fenêtres par des modèles cotés ENERGY STAR<sup>MD</sup>.

Le colmatage des fissures, des trous et des interstices dans l'enveloppe du bâtiment pour en améliorer l'étanchéité à l'air est une mesure relativement peu coûteuse qui a de grandes incidences sur la réduction de la déperdition d'énergie, ce qui en fait la mesure la plus rentable. En d'autres mots, cette mesure entraîne les plus grandes économies de chauffage par dollar dépensé. De plus, une maison étanche profite pleinement de toutes les autres mesures d'amélioration, car les fuites d'air peuvent réduire la résistance thermique de certains types d'isolation. Pour cette raison, toutes les options de rénovation proposées ci-dessous comprennent l'amélioration de l'étanchéité à l'air de 30 %. L'amélioration de l'étanchéité à l'air a pour effet de réduire la quantité d'air qui entre dans la maison et il pourrait être nécessaire d'améliorer aussi la ventilation mécanique, avec un ventilateur récupérateur de chaleur par exemple, pour maintenir une qualité de l'air intérieur acceptable. Les mesures nécessaires pour obtenir un tel niveau d'étanchéité à l'air peuvent être déterminées par une évaluation énergétique.

Le tableau 1 présente trois options différentes d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment qui visent des économies d'énergie de chauffage des locaux d'environ 10 % ou plus et deux options qui visent des économies de 25 % ou plus. Par exemple,

Option de rénovation n°	Mesures d'amélioration					Économie d'énergie pour le chauffage des locaux
	Améliorer l'étanchéité à l'air de 30 %	Ajouter de l'isolant dans la toiture ou le vide sous toit	Ajouter de l'isolant sur la paroi extérieure des murs sous le niveau du sol	Ajouter de l'isolant sur la paroi extérieure des murs hors sol	Remplacer les portes et fenêtres par des modèles cotés ENERGY STAR <sup>MD</sup>	
1	✓	RSI-3,52 (R-20)				10 % (ou plus)
2	✓		RSI-1,76 (R-10)			
3	✓			RSI-1,76 (R-10)		
4	✓	RSI-3,52 (R-20)	RSI-2,64 (R-15)	RSI-2,64 (R-15)		25 % (ou plus)
5	✓					

**Tableau 1 :** Options d'amélioration par l'extérieur pour réaliser des économies d'énergie de 10 et 25 % (ou plus) pour le chauffage des locaux

L'option 1 prévoit l'amélioration de l'étanchéité à l'air de la maison de 30 % et l'ajout d'isolant d'une valeur RSI 3,52 (R-20) au toit ou dans le vide sous toit pour réaliser des économies d'énergie de 10 %. L'option 4 prévoit quant à elle l'amélioration de l'étanchéité à l'air de la maison de 30 % et l'ajout d'isolant d'une valeur RSI 3,52 (R-20) dans la toiture ou le vide sous toit et de RSI 2,64 (R-15) sur les murs au-dessous et au-dessus du sol, pour réaliser des économies d'énergie de 25 %.

Pour chacune de ces options, il est possible de réaliser de plus grandes économies d'énergie en prenant d'autres mesures ou en isolant davantage que ce qui est prévu. Le choix des options d'amélioration et des mesures qu'elles comprennent dépendra de ce qui convient à la maison, de même que des économies d'énergie désirées et du budget de rénovation.

Les travaux des options 1 et 2 peuvent être réalisés sans incidence sur les murs au-dessus du sol. Toutefois, l'option 2 suppose l'excavation de la fondation et ne sera rentable que si d'autres réparations à la fondation doivent être effectuées et qu'elles requièrent l'excavation complète. L'option 3 nécessite l'enlèvement du revêtement extérieur et des garnitures sur les murs extérieurs, l'installation d'une membrane pare-air en polyoléfine filée-liée sur le revêtement intermédiaire et l'installation d'un nouvel isolant rigide et d'un nouveau bardage. Assurez-vous que l'ajout d'isolant ne réduit pas la distance entre la maison et les limites de propriété en deçà des exigences des règlements de zonage et du code du bâtiment.

L'option 4 est une rénovation plus complète qui cible une réduction de l'énergie de chauffage de 25 %. Elle suppose l'ajout d'isolant sur les murs extérieurs sous le sol et au-dessus du sol pour obtenir une valeur d'isolation thermique plus élevée que celle qui est prévue dans les options qui visent une réduction de 10 %. Il faut donc utiliser de l'isolant plus épais ou dont la valeur RSI (valeur R) par unité d'épaisseur est plus élevée.

Le remplacement des portes et fenêtres de l'option 5 suppose qu'on les remplace par des modèles cotés ENERGY STAR<sup>MD</sup>

et que l'on isole et rende étanche à l'air la jonction entre les nouvelles portes et fenêtres et le pare-air du mur. On procède généralement en vaporisant de la mousse isolante dans la cavité entre les portes et fenêtres et leur bâti d'attente respectif.

## CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES

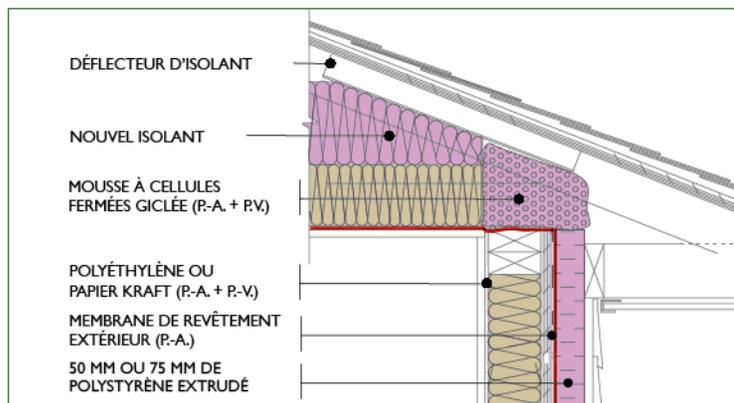
### Toiture et vide sous toit

#### Isolation

Les travaux d'amélioration dans le vide sous toit offrent une bonne occasion de s'assurer que cet espace est bien ventilé. La ventilation du vide sous toit dépend du mouvement d'air venant des soffites et elle empêche l'accumulation d'humidité qui peut entraîner la détérioration de l'ossature, du support de couverture et d'autres éléments. Si la maison n'est pas munie de déflecteurs d'isolant sous le support de couverture, là où les chevrons ou les fermes s'appuient sur le mur extérieur, il faudra en installer avant d'ajouter de l'isolant.

Le vide sous toit existant comprend probablement de l'isolant en matelas ou soufflé au-dessus du plafond, qui restera en place pendant les travaux d'amélioration de la toiture et du vide sous toit. La forme et la pente de la toiture détermineront l'endroit où sera placé l'isolant et la quantité d'isolant à ajouter. Si l'espace le permet, on peut ajouter de l'isolant d'une valeur RSI de 3,52 (R-20) en soufflant environ 150 mm (6 po) d'isolant en vrac, de fibre de verre, de laine minérale ou de cellulose directement par-dessus l'isolant existant. On peut aussi placer des matelas isolants en fibre de verre ou en laine minérale de 150 mm (6 po) sur l'isolant existant (figure 4).

S'il n'y a pas assez d'espace pour de l'isolant à la jonction de la toiture et du mur extérieur, on peut utiliser de l'isolant en mousse à cellules fermées d'une valeur RSI (valeur R) supérieure. On peut la gicler de l'extérieur entre le haut du mur et le côté inférieur des déflecteurs d'isolant, comme illustré à la figure 4. On peut aussi procéder à partir de l'intérieur du vide



Placez de l'isolant additionnel en matelas ou en vrac sur l'isolant existant. Le déflecteur d'isolant maintient un espace de ventilation sous le support de couverture.

Le pare-air du plafond, fourni par le polyéthylène ou la plaque de plâtre, doit être continu avec le pare-air mural. Ce détail illustre le pare-air en polyéthylène du plafond relié à la membrane extérieure du revêtement intermédiaire en polyoléfine filée-liée (pare-air).

Un isolant en mousse à cellules fermées giclée entre la sablière et le déflecteur d'isolant assure la continuité de l'étanchéité à l'air entre les pare-air de l'intérieur (plafond) et de l'extérieur (polyoléfine filée-liée).

**Figure 4 :** Toiture et vide sous toit – application d'un isolant en mousse à cellules fermées giclée aux débords de toit

sous toit, si l'espace libre entre le support de couverture et le plafond du dessous le permet. Pour offrir le support sur lequel la mousse isolante peut être appliquée, on peut installer une « barrière » verticale faite d'un matériau rigide, comme du contreplaqué, contre l'isolant existant, entre le plafond et le déflecteur d'isolant. L'isolant en mousse à cellules fermées est giclé dans l'espace au-dessus des murs extérieurs pour offrir un lien étanche à l'air entre le pare-air des murs et des plafonds. Cette façon de procéder prévient le balayage par le vent qui réduit l'efficacité de l'isolation et empêche le déplacement de l'isolant en vrac par des rafales de vent.

### Étanchéité à l'air

L'expérience a démontré que l'installation d'un pare-air continu, bien conçu et bien construit, peut réduire les fuites d'air de 30 %. Elle peut aussi optimiser la performance de l'isolation en empêchant le mouvement de l'air dans l'isolant. Avant d'ajouter de l'isolant, il faut toutefois améliorer l'étanchéité à l'air du plafond entre la maison et le vide sous toit pour éviter les pertes de chaleur et, plus important encore, la migration de l'humidité de la maison vers le vide sous toit. Le pare-air du plafond est idéalement placé sous l'isolant ou au même niveau que l'isolant. Il peut se composer principalement du polyéthylène existant dans le plafond ou d'une plaque de plâtre. Il est important de bien sceller toutes les pénétrations dans le pare-air du plafond, et de suivre la démarche suivante :

- Remplacez les boîtiers électriques montés au plafond par des boîtiers étanches à l'air et calfeutrez le joint entre le boîtier et le pare-air du plafond.
- Placez les luminaires encastrés dans des boîtiers de métal approuvés et étanches à l'air pour empêcher l'appareil d'éclairage d'être en contact avec l'isolant et de surchauffer et pour empêcher l'air de la maison de pénétrer dans le vide sous toit par le luminaire encastré. Calfeutrez le joint entre le boîtier de métal et le pare-air du plafond. Dans la mesure du possible, il est préférable de déplacer les appareils d'éclairage pour les installer dans la maison plutôt que dans le vide sous toit, car moins il y a de pénétrations entre le plafond et le vide sous toit, mieux c'est.
- Construisez et installez des boîtiers étanches à l'air, en plaque de plâtre ou en isolation rigide, autour des parties encastrées des ventilateurs d'extraction des salles de bains. Calfeutrez et scellez le joint entre les boîtiers et les plaques de plâtre du plafond ou le pare-air en polyéthylène. Assurez-vous que le conduit d'extraction est isolé et étanchéisé, du corps du ventilateur jusqu'à l'extérieur. Les ventilateurs d'extraction ne doivent pas évacuer l'air dans le vide sous toit.

- Installez des brides de métal pour sceller l'espace entre les cheminées en maçonnerie et le pare-air du plafond, là où l'on trouve souvent des espaces libres. Calfeutrez le joint entre la bride et le plafond et entre la bride et la maçonnerie. Pour les conduits de fumée métalliques des appareils de chauffage et des chauffe-eau, installez des collerettes de métal spéciales pour sceller le joint entre le conduit de fumée et le pare-air. Consultez un entrepreneur en mécanique qualifié qui connaît bien le système d'évacuation de l'appareil.
- Installez des collerettes en néoprène autour des colonnes de plomberie et scellez le joint entre la bride et le pare-air du plafond.
- Placez un joint d'étanchéité en mousse compressible autour de l'ouverture de la trappe d'accès au vide sous toit. Maintenez la trappe fermement appuyée sur la garniture à l'aide de fixations.
- Repérez et calfeutrez les trous qui laissent passer le câblage à travers les sablières des murs dans le vide sous toit.
- Au besoin, calfeutrez ou pulvérisez de la mousse isolante le long des jonctions plafond-mur pour améliorer la continuité du système de pare-air au-dessus des cloisons intérieures.

Le pare-air du plafond doit être scellé au pare-air du mur extérieur pour assurer la continuité entre le pare-air du vide sous toit et des murs (figure 4). La mousse isolante à cellules fermées pulvérisée aux points de rencontre de la toiture et du mur peut servir de transition pour relier le pare-air du plafond à celui du mur.

## Murs au-dessus du niveau du sol

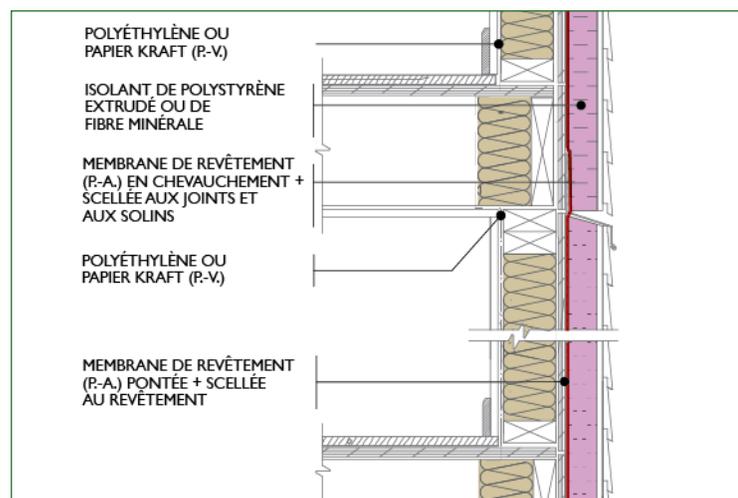
### Isolation

Pour isoler le mur extérieur, il faut enlever le parement et tous les autres matériaux, jusqu'au revêtement intermédiaire extérieur. Cela donne l'occasion d'installer une nouvelle membrane imperméable à l'air et continue sur le revêtement intermédiaire existant. L'isolant rigide – par exemple, le polystyrène extrudé (PSX) ou le panneau de fibre minérale rigide – est ensuite appliqué en continu sur la membrane de revêtement et fixé au revêtement intermédiaire ou à l'ossature sous-jacente. L'ajout de 50 mm (2 po) de PSX offre une résistance thermique RSI-1,76 (R-10) qui, en combinaison avec l'étanchéisation à l'air, peut mener à une réduction de 10 % ou plus de l'énergie pour le chauffage des locaux (voir le tableau 1). Pour réduire l'énergie de chauffage de 25 % (ou plus), il faudrait plutôt ajouter 75 mm (3 po) de PSX afin d'obtenir une valeur RSI de 2,64 (R-15), comme l'indique le tableau 1.

Pour empêcher la formation d'espaces vides entre les panneaux d'isolation au fil du temps, ce qui peut en amoindrir la performance, l'isolant peut être appliqué en couches chevauchées.

Dans les rénovations de murs extérieurs, l'utilisation de matériaux isolants très perméables à la vapeur d'eau, comme la fibre minérale rigide, peut améliorer la capacité du mur rénové à assécher toute l'humidité provenant de l'intérieur ou la pluie qui s'infiltré, surtout si le mur est déjà muni d'un pare-vapeur (comme du polyéthylène) qui empêche l'assèchement vers l'intérieur. Si un panneau de mousse isolante à faible perméance, comme un panneau en PSX, est installé du côté extérieur d'un mur dont l'intérieur est revêtu de polyéthylène, l'assèchement vers l'intérieur ou vers l'extérieur de toute humidité qui pénètre dans le mur sera difficile. L'humidité emprisonnée pourrait entraîner divers problèmes, comme la prolifération de la moisissure ou la pourriture des poteaux muraux et du revêtement intermédiaire. C'est pourquoi, si on utilise du PSX ou d'autres matériaux semblables, il est très important d'empêcher l'humidité de pénétrer dans le mur en réduisant le nombre de trajets du mouvement d'air de l'intérieur de la maison vers le mur extérieur, en s'assurant que la maison est bien ventilée pour contrôler les taux d'humidité et en détaillant bien la composition du mur extérieur pour qu'il fasse dévier la pluie et l'éloigne des murs et qu'il l'assèche, s'il y a lieu.

Les fourrures verticales fixées aux poteaux muraux existants à travers le nouvel isolant offrent un solide fond de clouage pour le nouveau bardage et un espace pour évacuer et assécher toute humidité qui pourrait pénétrer dans le bardage. Le mur ainsi rénové sera plus épais que le mur original et il y aura donc un espace entre le nouveau bardage et les portes et fenêtres.



**Figure 5 :** Murs au-dessus du niveau du sol – isolation et étanchéisation à l'air du côté extérieur du mur à ossature de bois

Le nouveau bardage peut être retourné dans le mur pour se raccorder aux portes et fenêtres ou le joint peut être couvert avec une bande de solins, une garniture ou un jambage de porte ou de fenêtre de la bonne largeur.

## Étanchéité à l'air

Les travaux d'amélioration par l'extérieur offrent une bonne occasion d'installer un pare-air continu et étanche sur la face extérieure du mur. L'étanchéité à l'air peut être améliorée dans les murs en installant une membrane de revêtement telle que la polyoléfine filée liée comme principale couche de pare-air et en scellant tous les joints et les points de pénétration, y compris les fenêtres, les portes, les bouches d'évacuation, les robinets extérieurs et les points de pénétration des installations électriques. La membrane de revêtement est également scellée au pare-air du vide sous-toit et plafond (tel que décrit précédemment) et au pare-air du sous-sol, qui est parfois constitué des murs de fondation eux mêmes. Assurez-vous que le pare-air est continu à travers les garages attenants, les porches couverts, les terrasses et les balcons.

## Portes et fenêtres

### Isolation

L'installation de nouvelles portes et fenêtres éconergétiques munies de vitrage double ou triple, de pellicules à faible émissivité et de cadres isolés à faible conductivité (vinyle ou fibre de verre) peut entraîner d'importantes économies énergétiques. Comme l'illustre le tableau 1, l'étanchéisation à l'air de la maison, combinée à l'installation de nouvelles portes et fenêtres éconergétiques, peut entraîner des économies de chauffage de 25 % ou plus.

Enlevez le bardage extérieur. Appliquez une membrane de revêtement sur le revêtement intermédiaire et scellez ou pontez tous les joints et les pénétrations à l'aide d'un ruban, pour assurer la continuité du pare-air.

Installez de l'isolant rigide (polystyrène extrudé ou fibre minérale – voir le tableau 1 pour les valeurs isolantes) sur la membrane de revêtement et fixez au revêtement. Installez des fourrures verticales sur l'isolant pour créer une cavité de drainage derrière le bardage.

Installez le bardage d'origine ou le nouveau bardage sur les bandes de fourrure. Dans les climats plus secs, le bardage extérieur peut être posé directement sur l'isolant.

La façon la plus simple de sélectionner des portes et fenêtres éconergétiques est de choisir des modèles qui satisfont à la cote ENERGY STAR<sup>MD</sup> applicable dans la zone de degrés-jours de chauffage de la région. Il est également possible d'installer des fenêtres fabriquées sur commande, selon les besoins de performance. Par exemple, une pellicule à faible émissivité appliquée sur la paroi intérieure du vitrage extérieur réfléchira beaucoup plus d'énergie solaire vers l'extérieur et réduira ainsi les gains solaires indésirables en été. Par contre, une même pellicule appliquée sur la paroi extérieure du vitrage intérieur laissera pénétrer davantage l'énergie solaire dans la maison et contribuera à réfléchir la chaleur interne pour la ramener dans la maison et réduire ainsi les besoins en chauffage. D'autres facteurs, comme le type de pellicule, le nombre de panneaux de verre (vitrage double ou triple) et le type de gaz de remplissage auront aussi des incidences sur la performance des fenêtres. Envisagez de consulter un spécialiste pour examiner toutes les options.

Il n'est pas toujours souhaitable de remplacer des portes qui ont une valeur architecturale, mais les portes mal isolées entraînent parfois d'importantes pertes d'énergie dans une maison bien isolée, surtout dans les climats froids. Envisagez l'installation de contre-portes à l'extérieur des portes existantes pour réduire les pertes de chaleur. Durant les mois d'été, l'aérateur de la contre-porte devra être ouvert afin de permettre à l'air chaud emprisonné entre les deux portes de s'échapper vers l'extérieur, ce qui préviendra les dommages qu'une accumulation de chaleur excessive peut causer aux composants de la porte.

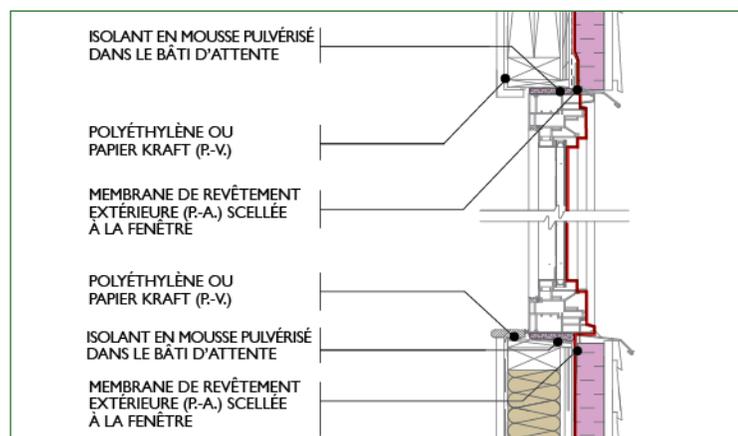
## Étanchéité à l'air

Les ouvertures des portes et fenêtres sont sujettes à d'importantes fuites d'air, surtout par les interstices entre leurs cadres et les murs (c'est-à-dire, par le bâti d'attente). Les fenêtres plus anciennes dont les joints d'étanchéité et les coupe-froid présentent des signes d'usure ou dont les châssis et les cadres

sont gauchis peuvent également contribuer considérablement à la fuite d'air globale de la maison. Si les fenêtres sont en relativement bon état d'un point de vue structural et fonctionnel, il est parfois possible de remplacer les joints d'étanchéité et les coupe-froid. Vérifiez la quincaillerie de manœuvre pour vous assurer que les fenêtres sont bien scellées et qu'elles restent bien en place lorsqu'elles sont fermées. Réparez la quincaillerie usée et étanchez le bâti d'attente pour réduire les pertes de chaleur.

Tant pour les nouvelles fenêtres que pour les fenêtres existantes, il est essentiel que le pare-air du mur (par exemple, la membrane de revêtement de polyoléfine filée-liée nouvellement installée, les plaques de plâtre de l'intérieur ou le polyéthylène ou le mur de fondation en béton) soit scellé et forme un assemblage continu avec le cadre des fenêtres ou des portes à l'interface mur-fenêtre. Pour assurer la continuité de l'étanchéité à l'air à ces endroits, vous pourrez utiliser divers matériaux, par exemple des membranes autocollantes, du ruban de construction, du calfeutrage avec garniture tubulaire et de la mousse à pulvériser (figure 6). La pose d'un joint d'étanchéité à l'interface mur-fenêtre est également un moyen efficace pour réduire les risques de pénétration de l'eau de pluie. Toutefois, une bonne stratégie de gestion de la pénétration de l'eau aux portes et fenêtres comporte également d'autres mesures, telles que l'installation de membranes d'étanchéité sous les appuis et de solins au-dessus des portes et fenêtres et aux appuis, pour repousser l'eau des fenêtres et des murs.

Comme pour bien d'autres mesures, il ne sera peut-être pas rentable de remplacer les portes et fenêtres aux seules fins de réaliser des économies d'énergie. Toutefois, si d'autres raisons justifient le remplacement des fenêtres (par exemple, la défectuosité du vitrage isolant ou les besoins d'entretien de plus en plus grands, etc.), l'installation de fenêtres éconergétiques contribuera à la réduction des coûts d'énergie, améliorera le confort des occupants et atténuera le risque de condensation sur les fenêtres.

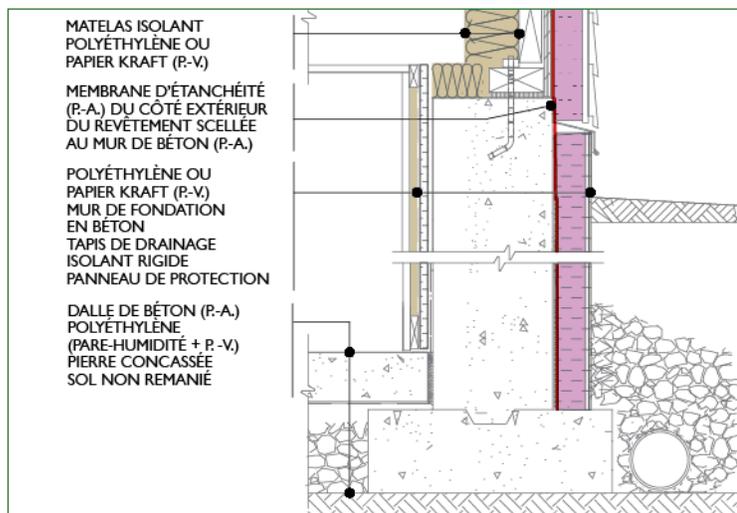


La protection thermique doit être continue pour éviter les ponts thermiques et atténuer le risque de condensation dans le mur. Par conséquent, la fenêtre devrait être installée de manière à ce que le vitrage isolé soit aligné avec l'isolant dans le mur.

Le pare-air du mur (membrane de revêtement) doit envelopper le bâti d'attente. Pour assurer la continuité de l'étanchéité à l'air avec la fenêtre, utilisez des membranes autocollantes, du calfeutrage avec garniture tubulaire ou de la mousse à pulvériser entre la membrane de revêtement et le cadre de la fenêtre (préférentiellement du côté intérieur de la fenêtre).

Intégrez des solins sous les appuis dans le cadre de la stratégie de gestion de l'eau. Les solins posés au-dessus et au-dessous de la fenêtre doivent se prolonger au-delà de la face du nouveau parement pour empêcher l'eau de pluie de pénétrer dans le mur et pour l'éloigner du mur.

Figure 6 : Membrane d'étanchéité scellée à la fenêtre



**Figure 7 :** Murs au-dessous du niveau du sol – isolation et étanchéisation à l'air du côté extérieur du mur de fondation

## Murs sous le niveau du sol

### Isolation

Le mur d'origine du sous-sol est généralement fait de béton coulé sur place ou de blocs de béton. Si la maison a des problèmes d'humidité au niveau de la fondation, la rénovation des murs extérieurs sous le niveau du sol pourra être une bonne occasion de les régler à la source. La pose d'isolant sur l'extérieur des murs de fondation aide à maintenir la chaleur des murs du sous-sol, ce qui réduit le risque de condensation et améliore le confort des occupants (figure 7).

Les travaux d'amélioration effectués par l'extérieur supposent l'excavation sur tout le pourtour de la fondation jusqu'au-dessus de la semelle. Au besoin, vous pouvez appliquer une nouvelle barrière d'étanchéité sur la face extérieure du mur de fondation. Ensuite, fixez un tapis de drainage sur la face extérieure du mur et posez de l'isolant rigide (par exemple, de l'isolant en polystyrène extrudé ou en fibre minérale rigide) sur le côté extérieur de celui-ci, de l'épaisseur nécessaire pour obtenir la résistance thermique appropriée pour le niveau de performance énergétique souhaité tel que décrit au tableau 1. Il est aussi possible d'appliquer le tapis de drainage sur l'isolant. L'isolant extérieur est alors fixé au mur à l'aide de vis à béton et de grandes rondelles. Protégez l'isolant au-dessus de la fondation contre l'exposition aux rayons ultraviolets et contre les dommages d'origine mécanique à l'aide d'un panneau de protection imperméable, comme un panneau en fibrociment, ou couvrez avec un lattis métallique et un crépi de ciment modifié aux polymères.

Si l'on observe que l'eau de l'extérieur pénètre dans le mur sous le niveau du sol, il faut apporter les corrections nécessaires avant de procéder aux travaux d'isolation.

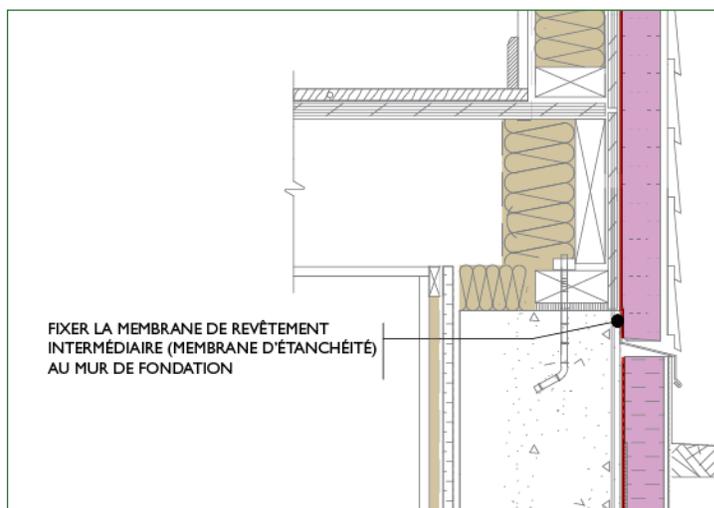
Excavez au pourtour de la fondation jusqu'au-dessus de la semelle. Installez une protection contre l'humidité (s'il n'y en a pas). Installez de l'isolant rigide (polystyrène extrudé ou fibre minérale – voir le tableau 1 pour les valeurs isolantes) et un tapis de drainage jusqu'à l'isolant du mur au-dessus du sol. Appliquez un crépi de polymère modifié sur treillis sur l'isolant au-dessus du sol. Installez un solin en métal préfini à la base du bardage sur l'isolant extérieur de la fondation et qui se prolonge au-dessus du crépi de ciment.

Il ne sera pas rentable d'installer de l'isolant sous la dalle de béton, sauf s'il faut remplacer la dalle pour une autre raison. L'ajout d'isolant au-dessus de la dalle de plancher réduira la hauteur libre de la pièce.

### Étanchéité à l'air

Dans une amélioration de l'isolant extérieur sous le niveau du sol, le mur de fondation en béton peut agir comme pare-air. Toutes les pénétrations, les fissures ou les ouvertures et tous les trous dans le mur de fondation et dans l'interface entre la dalle de béton et le mur de fondation doivent être scellés. Il peut y avoir des parcours de fuite dans les joints des murs de fondation en blocs de béton et il faudra les étanchéiser pour que le mur puisse agir comme pare-air.

Les lisses d'assise au-dessus du mur de fondation et la zone entourant la solive de rive sont sujets à de grandes fuites d'air. On peut y remédier en prolongeant le nouveau pare-air en polyoléfine filée-liée et la membrane de revêtement au-dessus du mur de béton et en les scellant au mur de béton sous-jacent (figure 8).



**Figure 8 :** Solive de rive avec isolant et pare-air extérieurs

## MISE EN GARDE

Évaluez l'état de la maison pour trouver les problèmes existants et prévoir les incidences possibles des travaux d'amélioration sur la qualité de l'air intérieur, la durabilité de l'enveloppe du bâtiment, le rendement de l'appareil de chauffage ou d'autres questions éventuelles de performance, afin d'éviter les conséquences involontaires des travaux de rénovation éconergétique de l'enveloppe du bâtiment.

**Problèmes préexistants :** il se peut que la maison ait des problèmes d'humidité (degré d'humidité élevé, fuites d'eau, moiteur, moisissure, etc.) dans la toiture, les murs, les planchers ou la fondation; des problèmes relatifs à la qualité de l'air intérieur (air vicié, odeurs persistantes, gaz souterrains, émissions de polluants provenant des produits d'entretien ménager, etc.); du radon ou d'autres gaz souterrains; un affaissement de la structure, des fissures et un fléchissement; ou la présence de matières dangereuses comme l'amiante, la peinture au plomb et des excréments d'oiseaux ou de rongeurs. Il faut corriger tous les problèmes préexistants avant d'entreprendre les travaux d'amélioration éconergétique de l'enveloppe du bâtiment pour ne pas les empirer.

**Ventilation :** une rénovation visant à rendre l'enveloppe du bâtiment très éconergétique offrira une maison plus étanche à l'air, ce qui est important pour réduire la consommation d'énergie. Toutefois, elle aura aussi pour effet de réduire la ventilation secondaire provenant des fuites d'air d'une enveloppe peu étanche. On peut alors avoir l'impression que l'air est confiné et que les odeurs persistent plus longtemps. Des odeurs qui n'étaient pas présentes avant les travaux (comme celles qui sont causées par un passe-temps, un animal de compagnie ou des articles entreposés) pourraient se percevoir et devenir plus nauséabondes. Pour cette raison, toute stratégie de rénovation visant à améliorer l'efficacité

énergétique d'une maison doit prévoir de la ventilation mécanique éconergétique par l'ajout d'un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) ou d'un ventilateur récupérateur d'énergie (VRE). La santé et le confort des occupants en seront améliorés.

**Durabilité de l'enveloppe du bâtiment :** l'ajout d'isolant peut augmenter le risque d'humidité dans l'enveloppe du bâtiment si les sources d'humidité intérieures et extérieures ne sont pas contrôlées.

**Performance des appareils de chauffage :** la réduction des pertes de chaleur par l'enveloppe du bâtiment peut faire en sorte que le générateur d'air chaud ou la chaudière soient surdimensionnés pour la maison. Les appareils surdimensionnés ne fonctionnent pas efficacement, car les cycles marche et arrêt se succèdent à un rythme plus rapide. La réduction des fuites d'air dans une maison qui comprend des générateurs d'air chaud, des chauffe-eau et des foyers avec cheminées d'évacuation peut réduire la quantité d'air nécessaire pour assurer un fonctionnement sécuritaire et efficace.

Avant de rénover, consultez un fournisseur de services énergétiques qualifié, un professionnel du bâtiment, un inspecteur de maisons ou un entrepreneur. Vous pourrez mieux comprendre dans quel état est votre maison avant les travaux et quelles sont les conséquences indésirables du projet et pourrez en tenir compte dans la planification des travaux. Souvent, on peut prévoir des mesures correctives qui empêcheront les problèmes et qui ajouteront aussi de la valeur à l'ensemble du projet. Pour de plus amples renseignements sur les éléments à prendre en considération lors de travaux d'amélioration éconergétique ou de rénovation, visitez le site Web de la SCHL au [www.schl.ca](http://www.schl.ca).

## RÉFÉRENCES

Levelton Consultants Ltd., rapport de recherche, *Energy-Efficient Retrofits for Residential Building Envelopes*, SCHL, 2012.

*Building Enclosure Design Guide – Wood-Frame Multi-Unit Residential Buildings*  
<http://www.hpo.bc.ca/building-enclosure-design-guide>

*Rénovation éconergétique – Études de cas* : disponible en ligne, à l'adresse <http://www.schl.ca/fr/co/relo/reec/index.cfm>

©2012, Société canadienne d'hypothèques et de logement  
Imprimé au Canada  
Réalisation : SCHL

26-04-13

67786

L'information contenue dans la présente publication représente les résultats de recherches actuelles auxquels la SCHL a accès. Il revient aux lecteurs d'évaluer avec discernement l'information, les matériaux et les techniques présentés ainsi que de consulter des spécialistes du domaine concerné pour déterminer si l'information, les matériaux et les techniques conviennent dans leur cas. Le texte vise uniquement à fournir de l'information générale et il est essentiel de prendre en considération les facteurs de chaque projet et de chaque emplacement : le climat, les critères esthétiques, l'aspect pratique, l'utilité et le respect des codes et normes du bâtiment en vigueur. Les réductions réelles de la consommation d'énergie et les économies en résultant varieront. Le lecteur assume la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. La SCHL se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation, par le lecteur, de l'information, des matériaux et des techniques décrits dans le présent document.