

# AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT POUR LES MAISONS



- Travaux d'amélioration intérieurs d'un bungalow surélevé des années 1960 et 1970
- Économies d'énergie de 10 % ou 25 % pour le chauffage des locaux



Figure 1 : Bungalow surélevé

## TRAVAUX D'AMÉLIORATION INTÉRIEURS

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 étanchéiser de l'intérieur. On peut procéder aux travaux en tout temps de l'année, les travaux n'ont pas d'incidences sur le parement extérieur et on peut colmater les fissures et les trous, et couvrir les matériaux thermoconducteurs (appelés « ponts thermiques »). De plus, les travaux ne réduisent pas les distances séparant la maison des limites de propriété.

## 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.

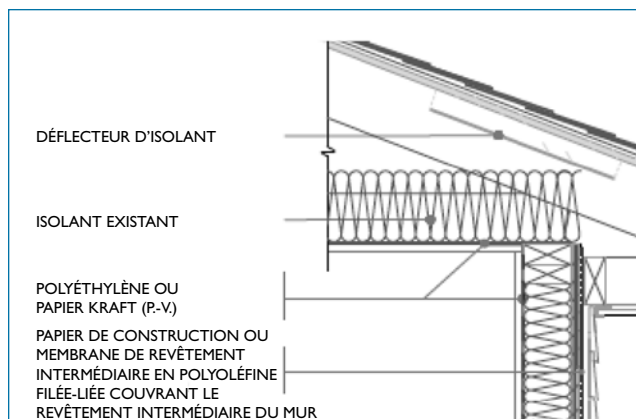
Le présent document d'information explique comment améliorer par l'intérieur l'efficacité énergétique de l'enveloppe d'un bungalow surélevé construit dans les années 1960 et 1970 afin de réduire de 10 % et 25 % la consommation d'énergie reliée au chauffage. Il décrit d'abord les caractéristiques de votre maison (ce que vous avez maintenant), puis il expose les possibilités d'étanchéisation 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'un bungalow surélevé 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 170 m<sup>2</sup> à 200 m<sup>2</sup> (1 830 pi<sup>2</sup> à 2 153 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 genre 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 à une différence de pression d'air appliquée de 50 pascals (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'étanchéisation 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'étanchéisation à l'air.

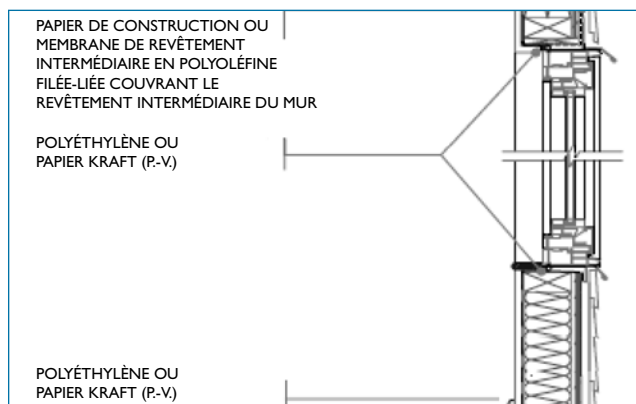
La figure 3 décrit la marche à suivre pour améliorer le mur de la figure 2, du vide sous toit au sous-sol. La section qui suit décrit cinq options d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment, dont trois permettent de réaliser des économies de chauffage de 10 % et deux des économies de chauffage de 25 %.



### Toiture et vide sous toit

Contreplaqué ou panneau de copeaux orientés (OSB) sur les fermes ou chevrons, et environ 200 mm (8 po) d'isolant de fibre de verre logé entre les membrures inférieures des fermes, ce qui procure une valeur nominale RSI de 3,8 à 4,6 (R-22 à R-26).

La hauteur entre les membrures inférieures et supérieures des fermes est habituellement très faible là où les fermes sont appuyées sur les murs extérieurs, ce qui fait que la hauteur au débord de toit est peut-être insuffisante pour permettre l'ajout d'isolant.

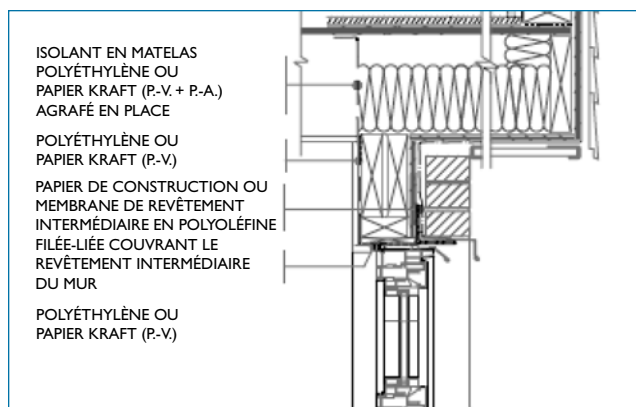


### Portes et fenêtres

Fenêtres à cadre en bois ou en vinyle, à simple ou à double vitrage doté d'intercalaires en métal dont le vide est rempli d'air.

Si elles n'ont pas été remplacées, les fenêtres sont souvent peu étanches et affichent une piètre performance thermique.

L'espace entre les fenêtres et le bâti d'attente sera probablement sujet aux fuites d'air.

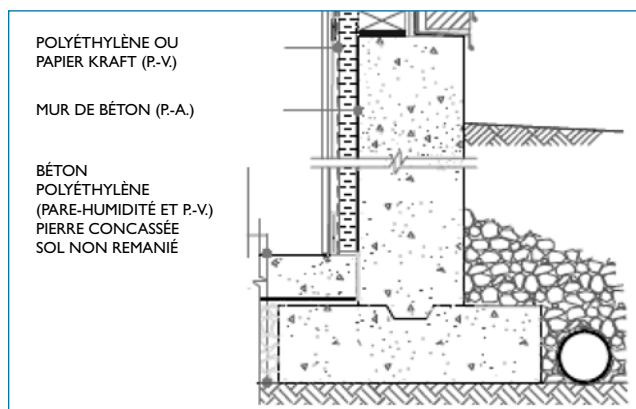


### Murs au-dessus du niveau du sol

Bardage, stucco, maçonnerie ou autre revêtement sur panneau OSB ou contreplaqué, et ossature en bois de 38 x 89 mm (2 x 4 po). Les murs à cavité en bois peuvent renfermer des matelas isolants de fibre de verre procurant une valeur RSI nominale de 2,0 à 2,6 (R-11 – 15).

Un pare-vapeur de polyéthylène pourrait se trouver sur le côté intérieur de l'ossature et être recouvert de plaques de plâtre. Dans certains cas, on trouvera un isolant en matelas recouvert de papier kraft, lequel est agrafé aux poteaux d'ossature afin de fixer l'isolant en place.

La surface intérieure de la solive de rive pourrait être dotée d'un isolant en matelas dans l'espace entre les solives de plancher. L'isolant pourrait aussi être recouvert d'un pare-vapeur en polyéthylène.

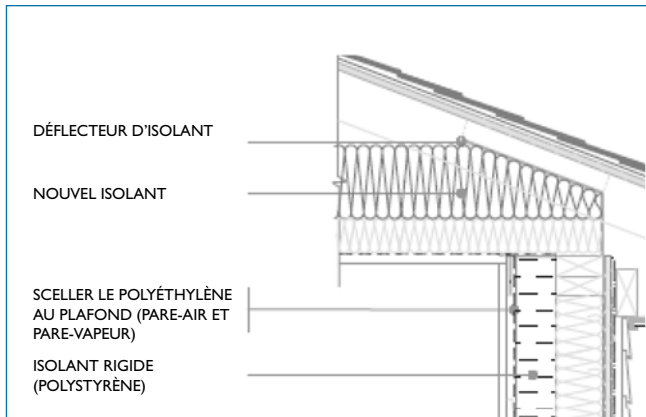


### Murs sous le niveau du sol

Murs de fondation en béton ou en blocs de béton revêtus d'un enduit de protection contre l'humidité. Murs à ossature de bois du côté intérieur remplis ou partiellement remplis de matelas isolants procurant une valeur RSI nominale de 1,1 à 1,6 (R-6 – 9).

La paroi intérieure de la solive de rive pourrait être isolée à l'aide d'une pièce de matelas isolant insérée entre les solives. L'isolant pourrait aussi être recouvert d'un pare-vapeur en polyéthylène.

**Figure 2 :** Coupe de la toiture et du plafond, des murs au-dessus du niveau du sol et sous le niveau du sol, des planchers et de la dalle du sous-sol d'un bungalow surélevé avant les travaux d'amélioration

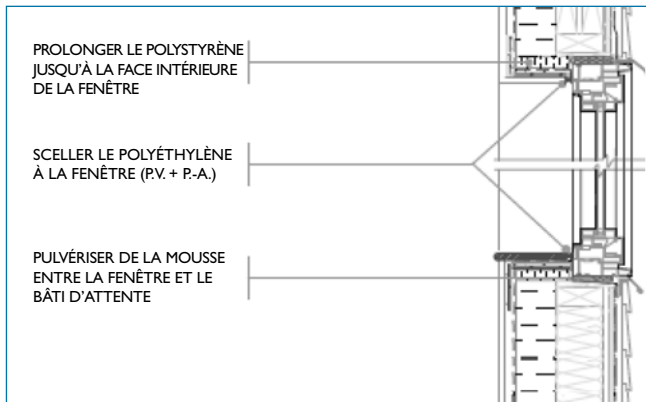


### Toiture et vide sous toit

Ajoutez un isolant de fibre de verre en matelas ou soufflé par-dessus l'isolant de plafond existant.

Veillez à ce que les déflecteurs d'isolant posés entre les fermes sous le support de couverture ne soient pas obstrués et permettent une ventilation adéquate du vide sous toit.

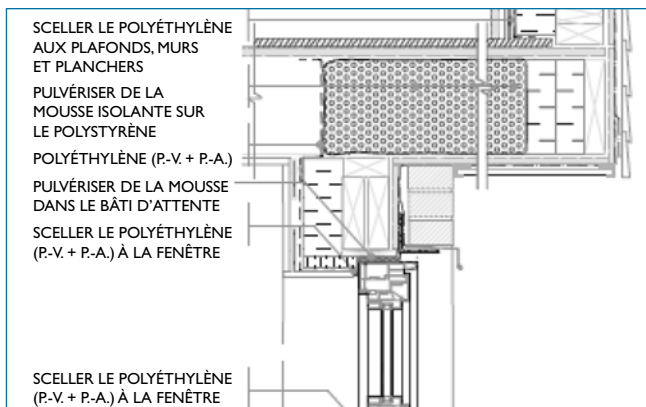
Fixez le nouveau pare-air/pare-vapeur de polyéthylène du mur aux plaques de plâtre du plafond ou au pare-vapeur de polyéthylène (s'il y en a un) à l'aide d'un ruban ou d'un mastic d'étanchéité compatible.



### Portes et fenêtres

Veillez à ce que les portes et fenêtres de remplacement soient cotées ENERGY STAR<sup>MD</sup> ou meilleures et conviennent à la région (zone de degrés-jours de chauffage).

Envisagez des critères de résistance à l'eau plus élevés dans le cas des ouvrants (par exemple, fenêtres coulissantes, à guillotine à un ou deux vantaux, pivotantes, basculantes ou oscillo-battantes), particulièrement dans les régions fréquemment touchées par la pluie poussée par le vent. Posez des solins sous les pièces d'appui afin d'éloigner l'humidité du bâti d'attente et du mur.

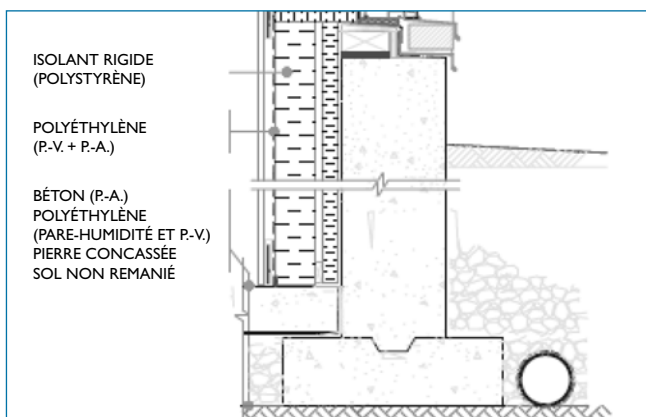


### Murs au-dessus du niveau du sol

Retirez le revêtement de plaques de plâtre et le pare-vapeur de polyéthylène. Posez un isolant rigide continu (en couches s'il y a lieu) sur les parties opaques des murs intérieurs.

Recouvrez l'isolant rigide d'un pare-vapeur en polyéthylène (qui sert aussi de pare-air), en veillant à ce que tous les joints, chevauchements et points de pénétration de la membrane de polyéthylène soient convenablement scellés de manière à créer un assemblage continu et étanche à l'air.

Posez des fourrures par-dessus l'isolant rigide et la membrane de polyéthylène pare-air/pare-vapeur, en les fixant directement aux poteaux d'ossature, puis appliquez un revêtement de plaques de plâtre.



### Murs sous le niveau du sol

Retirez le revêtement de plaques de plâtre et le pare-vapeur de polyéthylène. Posez un isolant rigide continu (en couches s'il y a lieu) sur les parties opaques des murs intérieurs.

Recouvrez l'isolant rigide d'un pare-vapeur en polyéthylène (qui sert aussi de pare-air), en veillant à ce que tous les joints, chevauchements et points de pénétration de la membrane de polyéthylène soient convenablement scellés de manière à créer un assemblage continu et étanche à l'air. Posez des fourrures par-dessus l'isolant rigide et la membrane de polyéthylène pare-air/pare-vapeur, en les fixant directement aux poteaux d'ossature, puis posez un revêtement de plaques de plâtre.

**Figure 3 :** Coupe de la toiture et du plafond, des murs au-dessus du niveau du sol et sous le niveau du sol, des planchers et de la dalle du sous-sol d'un bungalow surélevé après les travaux d'amélioration

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 auprès 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

La rentabilité des mesures d'amélioration éconergétique qui suivent dépendra de l'état de la maison, de ses assemblages et des matériaux employés, ainsi que des coûts de rénovation et des prix de l'énergie dans la région :

- améliorer l'étanchéité à l'air;
- isoler davantage le toit ou le vide sous toit;
- ajouter de l'isolant sur la paroi intérieure des murs sous le niveau du sol (sous-sol);
- ajouter de l'isolant sur la paroi intérieure des murs au-dessus du niveau du sol;
- remplacer les portes et 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'isolants. C'est pourquoi toutes les options de rénovation éconergétique comprennent toujours une amélioration de 30 % de l'étanchéité à l'air. Cette mesure a toutefois pour effet de réduire la quantité d'air qui entre dans la maison et il pourrait être nécessaire d'ajouter de 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 montre trois options d'amélioration de l'enveloppe qui ciblent des économies d'énergie liées au chauffage d'environ 10 % ou plus, de même que deux options

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 intérieure des murs sous le niveau du sol	Ajouter de l'isolant sur la paroi intérieure des murs au-dessus du niveau du 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'intérieur suggérées pour accroître l'étanchéité à l'air et les valeurs RSI (R) nominales de l'isolant ajouté afin de réaliser des économies d'énergie de 10 et 25 % ou plus pour le chauffage des locaux

additionnelles qui visent des économies d'énergie de 25 % ou plus, toujours pour le chauffage. Par exemple, l'option 1 consiste à améliorer l'étanchéité à l'air de la maison de 30 % et à ajouter de l'isolant dans le vide sous toit d'une valeur RSI de 3,52 (R-20) de façon à réaliser des économies d'énergie de 10 %. Quant à l'option 4, elle consiste à améliorer l'étanchéité à l'air de la maison de 30 %, à ajouter de l'isolant dans le vide sous toit ou le toit d'une valeur RSI de 3,52 (R-20) et à ajouter de l'isolant aux murs au-dessus et sous le niveau du sol d'une valeur RSI de 2,64 (R-15), afin d'engendrer des économies d'énergie de 25 %.

Pour toutes les options, des économies de chauffage encore plus importantes sont possibles en mettant en œuvre davantage de mesures ou en ajoutant plus d'isolant que ce qui est précisé. Le choix des options d'amélioration éconergétique et des mesures qu'elles comprennent sera largement fonction de ce qui convient à la situation de la maison, de même que du niveau d'économies d'énergie souhaité et du budget de rénovation.

Les options 1 et 2 peuvent être mises en œuvre sans toucher aux murs au-dessus du niveau du sol. L'option 3 exige le remplacement du revêtement intérieur, des plinthes et des boiseries des murs extérieurs au-dessus du niveau du sol. Parce que l'isolant sera ajouté par l'intérieur de l'ossature, les pièces deviendront légèrement plus petites.

L'option 4 propose des mesures plus complètes visant des économies de chauffage de 25 %. Elle comprend l'ajout d'isolant aux murs sous le niveau du sol et au-dessus du niveau du sol, de manière à atteindre une valeur de résistance thermique plus élevée que les options à 10 % d'économies. Pour ce faire, il faut utiliser un isolant plus épais ou qui a une valeur RSI (valeur R) plus élevée par unité d'épaisseur.

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 la jonction entre les nouvelles portes ou fenêtres et le pare-air du mur. Pour ce faire, on pulvérise habituellement une mousse isolante dans la cavité entre les portes et fenêtres et leur bâti d'attente respectif.

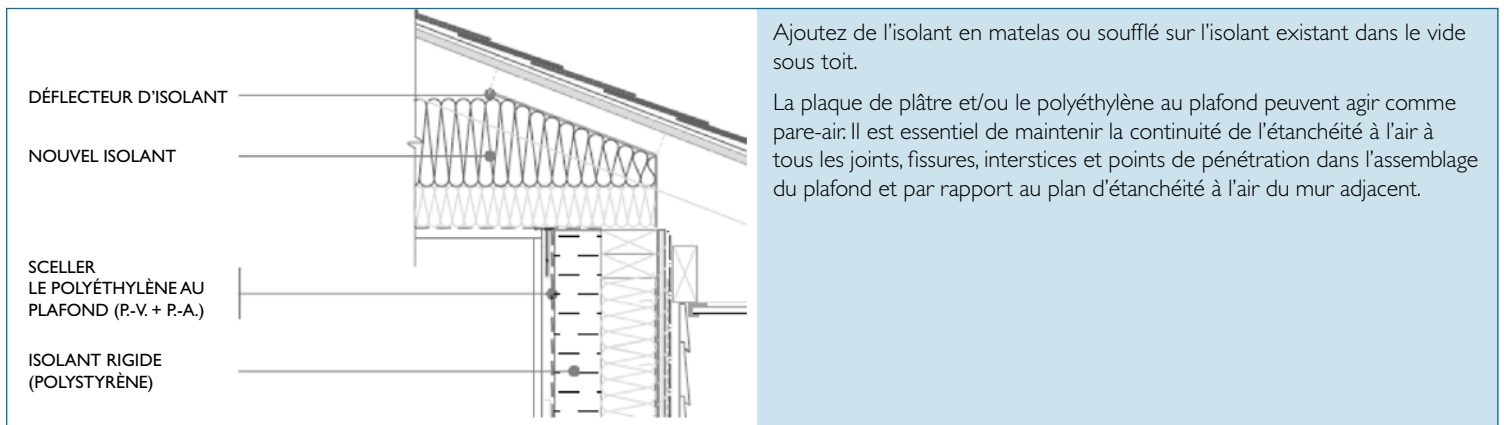
## CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES

### Toiture et vide sous toit

#### Isolation

On pourra profiter des travaux d'amélioration dans le vide sous toit pour confirmer qu'il est convenablement ventilé. Cette ventilation, qui dépend du débit d'air traversant les soffites, prévient l'accumulation d'humidité, laquelle peut engendrer une détérioration de l'ossature, du support de couverture et d'autres composants du bâtiment. Si le vide sous toit n'est pas doté de déflecteurs d'isolant sous le support de couverture là où les chevrons ou les fermes s'appuient sur le mur extérieur, ceux-ci doivent être posés avant l'ajout d'isolant.

Le vide sous toit renferme probablement des matelas isolants ou de l'isolant soufflé au-dessus du plafond, isolant qui demeurera en place pendant l'exécution des travaux d'amélioration du toit et du vide sous toit. La forme et la pente du toit détermineront l'endroit où l'isolant peut être ajouté, de même que la quantité requise. Si l'espace le permet, un isolant ayant une valeur RSI de 3,52 (R-20) peut être ajouté en soufflant environ 150 mm (6 po) d'isolant en vrac (fibre de verre, laine minérale, fibre de cellulose) directement par-dessus l'isolant existant. On peut aussi étendre des matelas de fibre de verre ou de laine minérale de 150 mm (6 po) d'épaisseur sur l'isolant existant (figure 4).



**Figure 4 :** Toiture et vide sous toit – ajout d'isolant sur l'isolant existant

Comme l'illustre la figure 5, si l'espace est limité ou insuffisant pour loger l'isolant à la jonction toit/mur extérieur; un isolant de mousse à cellules fermées ayant une valeur RSI (valeur R) plus élevée peut être pulvérisé entre le haut du mur et la sous-face des déflecteurs d'isolant à partir de l'extérieur en retirant les soffites. Cela peut également se faire depuis l'intérieur du vide sous toit si la hauteur entre le support de couverture et le plafond sous-jacent le permet. Pour créer un fond contre lequel l'isolant de mousse soufflé peut être appliqué, une « barrière » verticale, composée d'un matériau suffisamment rigide comme le contreplaqué, peut être appliquée contre l'isolant existant entre le plafond et le déflecteur d'isolant. La mousse isolante à cellules fermées crée un lien étanche à l'air entre le pare-air du mur et celui du plafond. C'est aussi ce qui empêchera les mouvements d'air de réduire l'efficacité de l'isolant (« balayage de l'isolant par le vent »), et le vent de déplacer l'isolant en vrac.

La figure 6 montre une autre façon d'isoler le plafond à partir de l'intérieur. Ici, il faut enlever les plaques de plâtre et le pare-vapeur existants au plafond (le cas échéant), puis poser un isolant de polystyrène sur la sous-face des solives du plafond, suivi d'une nouvelle membrane de polyéthylène et de nouvelles plaques de plâtre.

### Étanchéité à l'air

Par expérience, nous savons que la pose d'un pare-air continu, convenablement détaillé et construit, peut réduire les fuites d'air de 30 %. Le pare-air peut également optimiser la performance de l'isolant en empêchant l'air de le traverser.

L'étanchéité à l'air de l'assemblage de plafond entre la maison et le vide sous toit doit être améliorée avant même d'ajouter un isolant thermique, car il est plus important encore de

prévenir la migration d'humidité entre la maison et le vide sous toit. Idéalement, le pare-air du plafond doit être situé sous l'isolant ou au même niveau, et peut être principalement composé soit du polyéthylène du plafond déjà en place, soit de plaques de plâtre. Il est important de bien colmater tous les points de pénétration à travers le pare-air du plafond en procédant comme suit :

- Remplacez les boîtiers électriques du plafond par des modèles étanches à l'air et mastiquez le joint entre les boîtiers et le pare-air du plafond.
- Renfermez les luminaires encastrés dans des boîtiers approuvés et étanches en tôle galvanisée de manière à empêcher le luminaire de venir en contact avec l'isolant et de surchauffer; pour ainsi prévenir les fuites d'air entre la maison et le vide sous toit par les luminaires encastrés. À l'aide de mastic, scellez le joint entre le boîtier en métal et le pare-air du plafond. Si les travaux permettent de sortir les luminaires du vide sous toit pour les réinstaller à l'intérieur de la maison, cette approche est préférable, car il y aura moins de points de pénétration entre le plafond et le vide sous toit.
- Construisez et installez des boîtiers en plaques de plâtre ou en panneaux de mousse isolante au pourtour des parties encastrées des ventilateurs d'extraction des salles de bains. Mastiquez et scellez les joints entre les boîtiers et les plaques de plâtre ou le pare-air en polyéthylène du plafond. Veillez à ce que les conduits soient isolés et étanchés à l'air à partir du corps du ventilateur jusqu'à l'extérieur. Les ventilateurs d'extraction ne doivent pas évacuer l'air dans le vide sous toit.

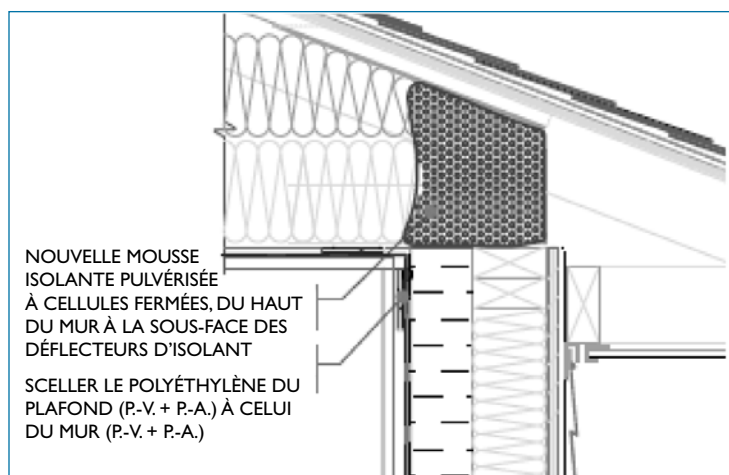


Figure 5 : Jonction toit/mur – mousse à cellules fermées pulvérisée

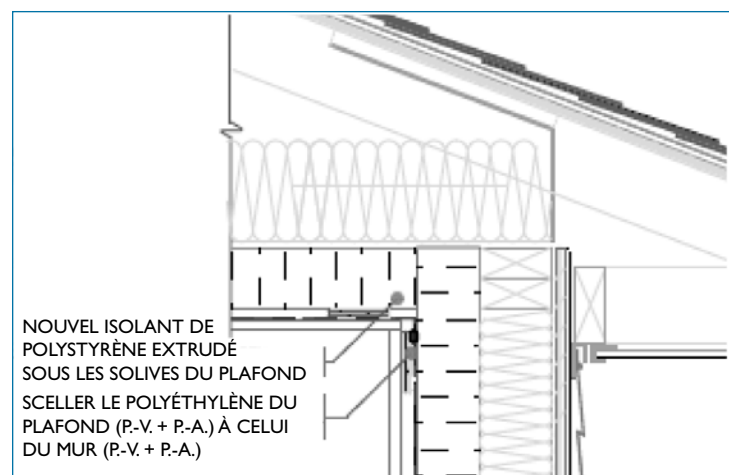


Figure 6 : Polystyrène ajouté sous les solives du plafond

- Installez des brides métalliques pour colmater l'espace entre les cheminées en maçonnerie et le pare-air du plafond, là où les brèches sont courantes. Mastiquez le joint entre la bride et le plafond et entre la bride et la maçonnerie. Dans le cas d'un conduit de fumée métallique raccordé à un générateur de chaleur ou à un chauffe-eau, posez 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.
- Posez des collerettes en néoprène autour des colonnes de plomberie et scellez le joint entre la bride et le pare-air du plafond.
- Mettez en place une garniture de mousse compressible autour de l'ouverture de la trappe d'accès au vide sous toit. Prévoyez des fixations pour retenir la trappe fermement en place contre la garniture de mousse.
- Repérez et mastiquez les points de pénétration qui permettent aux câbles de passer à travers les sablières jusque dans le vide sous toit.
- Au besoin, mastiquez ou pulvérisez une mousse isolante tout au long des jonctions murs/plafond afin d'améliorer la continuité du pare-air au-dessus des cloisons intérieures.

Le pare-air du plafond doit être scellé au pare-air du mur extérieur afin d'assurer une continuité entre le pare-air du vide sous toit et celui du mur (figures 4 à 6). La mousse isolante à cellules fermées, pulvérisée là où le toit rencontre le mur, peut servir de transition pour joindre les pare-air du plafond et des murs.

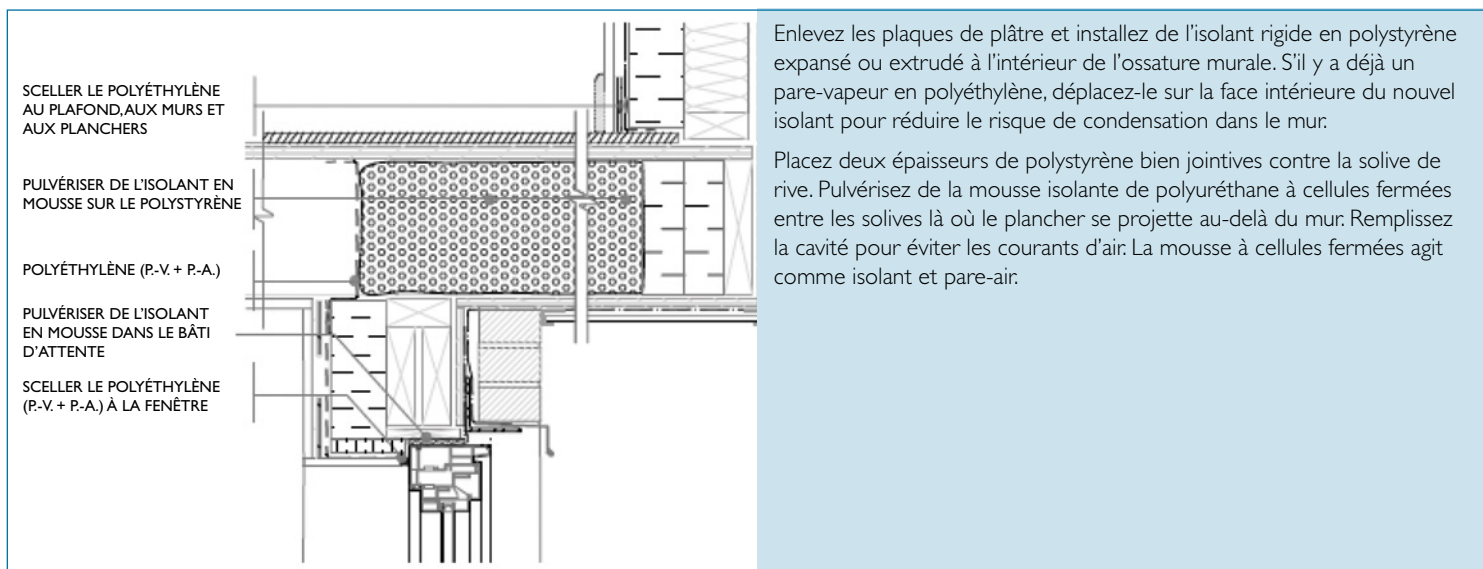
## Murs au-dessus du niveau du sol

### Isolation

Au moment de rénover des murs au-dessus du niveau du sol depuis l'intérieur, on recommande de retirer les revêtements et le pare-vapeur (le cas échéant) avant d'ajouter de l'isolant, un nouveau pare-vapeur et un nouveau revêtement de plaques de plâtre. C'est ainsi que l'on pourra visuellement vérifier l'état de

l'ossature sous-jacente pour y découvrir des problèmes d'humidité et effectuer les réparations qui s'imposent avant de procéder aux travaux d'amélioration intérieurs. Si la perte d'espace intérieur est une préoccupation en raison de l'ajout d'isolant à l'intérieur, l'isolant dans les cavités murales peut être remplacé par un isolant ayant une résistance thermique (RSI ou valeur R) plus élevée, ce qui réduit l'épaisseur de l'isolant intérieur requis tout en maintenant les niveaux d'isolation décrits dans le tableau 1. Si le pare-vapeur existant n'est pas retiré avant la pose du nouvel isolant et du nouveau pare-vapeur, sa présence pourrait augmenter le risque de condensation, laquelle pourrait demeurer emprisonnée entre les deux matériaux imperméables à la vapeur d'eau (c'est-à-dire les membranes de polyéthylène). Le risque est d'autant plus élevé en raison de la présence d'isolant additionnel prévu à l'intérieur, ce qui augmente la probabilité de dommages causés par l'humidité sur les revêtements, les isolants et l'ossature.

Le nouvel isolant intérieur doit être posé de manière continue sur l'ossature exposée afin de réduire les « ponts thermiques », ce qui abaisse du même coup le risque de condensation sur la surface des murs. Un pont thermique se produit lorsque des matériaux conducteurs, comme une ossature de bois et des solins métalliques, fournissent à la chaleur une voie directe pour s'échapper à l'extérieur, phénomène qui peut réduire l'efficacité thermique de l'isolant jusqu'à 25 %. Selon le tableau 1, le fait d'ajouter un isolant rigide de polystyrène extrudé de 50 mm (2 po) d'épaisseur procure une résistance thermique RSI de 1,76 (R-10), ce qui, jumelé aux travaux d'étanchéisation à l'air, devrait mener à des économies d'énergie de chauffage de 10 % (figure 7). Pour obtenir des économies de l'ordre de 25 %, il faudrait ajouter un isolant rigide de polystyrène extrudé de 75 mm (3 po) d'épaisseur, pour une résistance thermique RSI de 2,64 (R-15), à moins de remplacer les fenêtres. Comme nous l'avons déjà mentionné, pour augmenter encore davantage la résistance thermique du mur, on peut envisager de remplacer l'isolant existant dans la cavité par une mousse isolante pulvérisée à faible densité. La mousse isolante à faible densité est perméable à l'humidité et elle favorise la dispersion et l'assèchement de l'eau qui s'infiltré dans l'assemblage.



**Figure 7 :** Murs au-dessus du niveau du sol – ajout d'isolant du côté intérieur de l'ossature murale; pulvérisation de mousse de polyuréthane dans la saillie

Les fourrures assujetties directement aux poteaux de l'ossature existante à travers le nouvel isolant servent d'appui rigide auquel les plaques de plâtre peuvent être fixées. Il est possible d'éviter une perte d'espace en remplaçant l'isolant existant par un produit ayant une valeur RSI (valeur R) plus élevée, et en utilisant dans le nouveau mur un isolant affichant une valeur RSI (valeur R) supérieure.

Dans les bungalows surélevés, il est fréquent que le rez-de-chaussée (premier étage) se projette au-dessus du mur du sous-sol, comme un espace habitable en porte-à-faux (figure 7). Lorsque vous isolez à partir de l'intérieur, la meilleure approche consiste à enlever l'isolant en matelas entre les solives (s'il y en a) et à pulvériser de l'isolant en mousse à cellules fermées dans l'espace entre les solives, jusqu'à l'intérieur du mur sous-jacent. Cette mesure permettra de réduire les pertes de chaleur et d'améliorer considérablement le confort thermique dans cette partie de la maison.

### Étanchéité à l'air

Dans le cas de travaux effectués par l'intérieur, le pare-air mural peut être installé sur la paroi intérieure (côté chaud) de l'isolant. La nouvelle membrane de polyéthylène (qui sert aussi de pare-vapeur) ou le nouveau revêtement de plaques de plâtre montré sur les figures 4 à 7 peut aussi servir de pare-air. Il est toutefois essentiel que le plan d'étanchéité à l'air soit continu à tous les points de pénétration (tuyaux et colonnes de plomberie, conduits de ventilation, événements de sècheuse et de ventilateurs d'extraction, commutateurs

électriques, boîtiers et sorties électriques, etc.); aux fissures et aux orifices dans l'assemblage; aux jonctions avec le plafond et le plancher; et aux ouvertures des portes et fenêtres. Dans la mesure du possible, il faut veiller à la continuité du pare-air dans toute stratégie d'amélioration éconergétique réalisée par l'intérieur; surtout aux extrémités des cloisons intérieures, là où elles rencontrent les murs extérieurs ou les plafonds.

Un pare-air efficace peut réduire les fuites d'air de 30 % par rapport aux valeurs de RAH50 dans la maison de référence.

## Portes et fenêtres

### Isolation

La pose de nouvelles portes et fenêtres éconergétiques dotées de vitrages doubles ou triples, de pellicules à faible émissivité et de cadres isolés à faible conductivité (vinyle ou fibre de verre) peut entraîner d'importantes économies d'énergie. Comme le montre le tableau I, le fait de jumeler des portes et fenêtres à haute efficacité énergétique à l'amélioration de l'étanchéité à l'air de la maison pourrait permettre des économies liées au chauffage de l'ordre de 25 % ou plus.

La façon la plus simple de sélectionner des portes et fenêtres éconergétiques consiste à choisir des modèles neufs dont la cote ENERGY STAR<sup>MD</sup> convient à la zone de degrés-jours de chauffage de la région. Une autre solution consiste à personnaliser le devis des fenêtres en fonction de la performance recherchée. Par exemple, une pellicule à faible émissivité appliquée sur la paroi intérieure du vitrage extérieur



réfléchira une bonne partie du rayonnement solaire vers l'extérieur; ce qui diminuera les gains de chaleur solaire indésirables en été. En revanche, si la pellicule est appliquée sur la paroi extérieure du vitrage intérieur, cela permettra à davantage de rayonnement de pénétrer dans la maison et aidera également à réfléchir l'énergie interne vers l'intérieur de la maison, ce qui réduira les besoins en chauffage. D'autres facteurs comme le genre de pellicule, le nombre de vitrages (vitrage double ou triple) et le type de gaz intercalaire influenceront sur la performance des fenêtres. Envisagez de passer en revue les options avec un spécialiste en fenêtres.

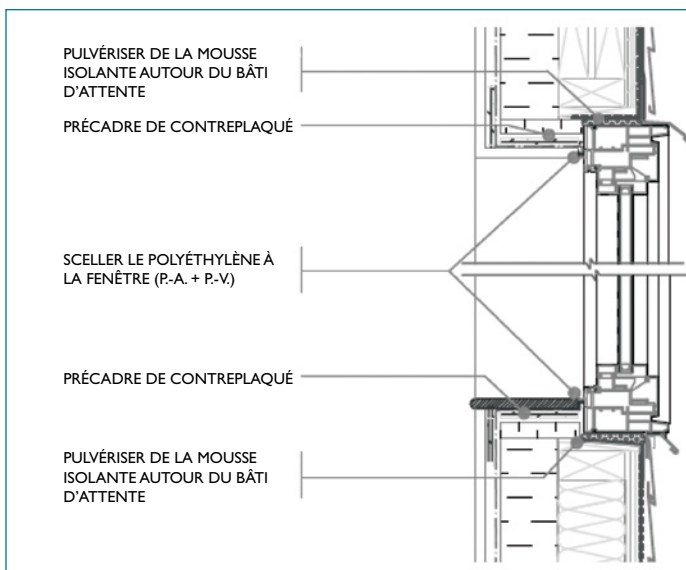
Il n'est pas toujours souhaitable de remplacer des portes qui ont une valeur architecturale, mais les portes mal isolées entraînent parfois d'importantes pertes d'énergie dans une maison bien isolée, surtout dans les climats froids. Envisagez l'installation d'une contre-porte à l'extérieur des portes existantes pour réduire les pertes de chaleur en hiver. Durant les mois d'été, la vitre de la contre-porte devra être ouverte, au besoin, afin de permettre à l'air chaud entre la porte extérieure et la contre-porte 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 portes et les fenêtres sont sujettes aux problèmes de fuites d'air, particulièrement à travers les brèches qui se créent entre le cadre et le mur (c'est-à-dire à la hauteur du bâti d'attente). Les vieilles fenêtres dotées de joints

d'étanchéité et de coupe-froid usés ou dont les châssis ou les cadres sont gauchis peuvent également contribuer de manière importante aux fuites d'air globales de la maison. Si les fenêtres sont en relativement bon état du point de vue de leur structure et de leur fonctionnement, il est alors possible de remplacer uniquement les joints d'étanchéité et les coupe-froid. Vérifiez le fonctionnement de la quincaillerie afin de veiller à ce que les fenêtres soient étanches et restent bien en place lorsqu'elles sont fermées. Réparez la quincaillerie endommagée et étanchez le bâti d'attente des fenêtres 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, les plaques de plâtre intérieures, la membrane de polyéthylène ou les murs de fondation existants) soit continu et donc scellé au cadre de la porte ou de la fenêtre à l'interface mur-fenêtre. Les membranes autocollantes, le ruban de construction, les mastics d'étanchéité munis d'une garniture tubulaire et les mousses isolantes à pulvériser peuvent servir à réaliser un joint continu et étanche à l'air à ces endroits (figure 8). Il y a bien des façons de le faire, selon le type de fenêtre, le type de mur et la position de la fenêtre dans le bâti d'attente<sup>1</sup>. Un joint étanche à l'air à l'interface mur-fenêtre est également un moyen efficace pour réduire le risque d'infiltration d'eau de pluie. Une stratégie de gestion des infiltrations d'eau de pluie par les portes et fenêtres doit également comprendre des solins et des membranes sous les linteaux et les appuis afin d'éloigner l'eau des fenêtres et des murs.



La protection thermique doit être continue afin de prévenir la formation de ponts thermiques et de réduire le potentiel de condensation dans les murs. Il faut donc poser les fenêtres de manière à ce que le vitrage isolant soit aligné avec l'isolant dans le mur; sinon le nouvel isolant doit se réaligner avec la fenêtre.

Le pare-air doit également être continu, plus particulièrement à l'interface mur-fenêtre. Le polyéthylène revient au tableau d'embrasure et est scellé à la fenêtre au moyen d'un mastic d'étanchéité compatible avec le cadre de fenêtre.

Idéalement, la fenêtre est enlevée et le polyéthylène est fixé au bâti d'attente. La mousse isolante, pulvérisée dans le vide au pourtour du bâti d'attente, scelle la fenêtre à la membrane de polyéthylène, pour faire partie du pare-air du bâtiment, tout en remplissant la fonction de pare-vapeur.

**Figure 8 :** Pare-air de polyéthylène scellé à la paroi intérieure de la fenêtre

<sup>1</sup> Voir le document de la SCHL intitulé « Conception, sélection et mise en service des fenêtres ».

Comme c'est le cas de nombreuses autres mesures, le remplacement des portes et fenêtres uniquement pour réaliser des économies d'énergie peut s'avérer non rentable. Toutefois, si les fenêtres devaient être remplacées pour d'autres raisons (comme la défaillance de vitrages isolants, l'entretien accru requis, etc.), alors la pose de fenêtres éconergétiques diminuerait les coûts d'énergie, améliorerait le confort des occupants et réduirait le potentiel de condensation sur les fenêtres.

## Murs sous le niveau du sol

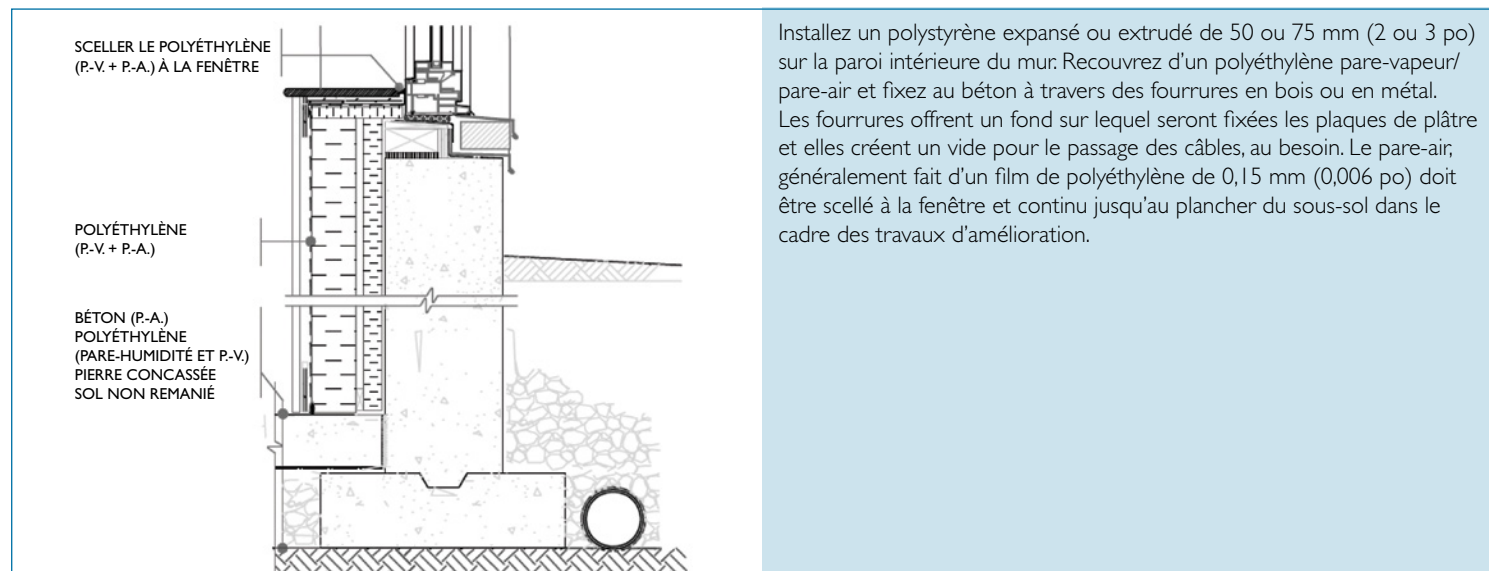
### Isolation

Les murs d'un sous-sol sont habituellement composés de béton coulé ou de blocs de béton. Si les fondations présentent des infiltrations d'eau, envisagez de procéder à des travaux d'amélioration éconergétique par l'extérieur de manière à mieux régler le problème d'humidité à la source. Dans le présent document, il est plutôt question de réaliser l'amélioration éconergétique la moins coûteuse, c'est-à-dire

celle qui consiste à ajouter de l'isolant sur la paroi intérieure des murs sous le niveau du sol (figure 9).

Dans les bungalows surélevés, la partie supérieure du mur du sous-sol peut être une ossature isolée semblable aux murs du premier étage de la maison. Pour ces espaces, adoptez les mêmes stratégies d'isolation et d'étanchéisation à l'air qui ont été utilisées pour les murs au-dessus du niveau du sol.

Pour améliorer l'efficacité énergétique des murs situés sous le niveau du sol, il faut retirer les plaques de plâtre et la membrane de polyéthylène (pare-vapeur), le cas échéant, puis ajouter un isolant de polystyrène extrudé (tel qu'illustré) ou de fibre minérale d'une épaisseur appropriée qui fournira la résistance thermique et la performance énergétique prévues au tableau 1. Appliquez un pare-vapeur de polyéthylène de 0,15 mm (0,006 po) d'épaisseur, des fourrures en bois et un revêtement intérieur de plaques de plâtre servant à protéger l'isolant contre le feu et à assurer la finition.



**Figure 9 :** Murs sous le niveau du sol – isolation additionnelle du côté intérieur du mur de fondation

## Étanchéité à l'air

Lorsqu'on améliore par l'intérieur des éléments situés sous le niveau du sol, plusieurs composants peuvent servir de pare-air dans les murs : les murs de fondation en béton, le polyéthylène (sert aussi de pare-vapeur) ou les plaques de plâtre. Les murs de fondation construits à l'aide de blocs de béton ne conviennent pas toujours comme pare-air. Un pare-air performant doit être continu partout dans le mur, et tous les points de pénétration, les fissures, les orifices ou les ouvertures présents dans le pare-air du mur et l'interface entre la dalle, les semelles et le pare-air du mur doivent être colmatés.

Les lisses d'assise sur le dessus des murs de fondation sont sujettes aux fuites d'air. Portez une attention particulière à cet endroit en étanchéisant depuis l'intérieur à l'aide de mousse

isolante à cellules fermées pulvérisée ou en scellant le pare-air des fondations au pare-air du mur. Le pourtour de la solive de rive, qui est également sujet aux fuites d'air, peut être scellé à partir de l'intérieur. Il est notamment possible d'étanchéiser à l'air et d'isoler la zone entourant la solive de rive à l'aide d'un pare-air/pare-vapeur de polyéthylène posé sur des matelas isolants ou sur des pièces d'isolant de polystyrène bien jointives. Il s'agit ensuite de sceller les jonctions avec les solives et la sous-face du support de revêtement de sol (figure 10). Vous pouvez également isoler cette zone à l'aide de mousse isolante à cellules fermées à pulvériser (figure 11). Le polystyrène et la mousse isolante pulvérisée doivent être protégés contre l'exposition aux incendies à l'aide d'un matériau non combustible comme les plaques de plâtre.

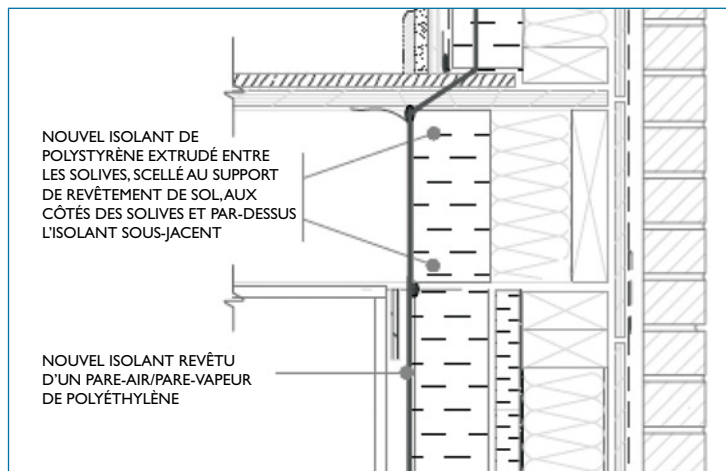


Figure 10 : Solive de rive – isolant de polystyrène

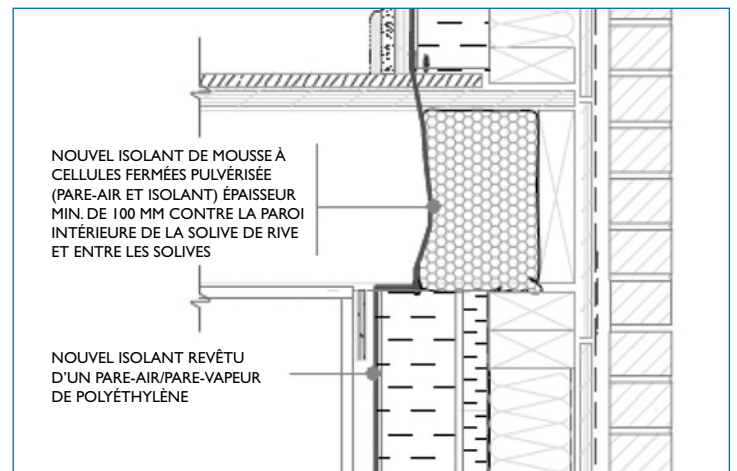


Figure 11 : Solive de rive – mousse isolante à cellules fermées pulvérisée

## 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 les fondations; 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 empire.

**Ventilation :** une rénovation visant à rendre l'enveloppe du bâtiment très éconergétique créera 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 devraient en être améliorés.

**Durabilité de l'enveloppe du bâtiment :** l'ajout d'isolant peut augmenter le risque d'humidité à 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 limiter 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 obtenir 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).

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



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. 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.