



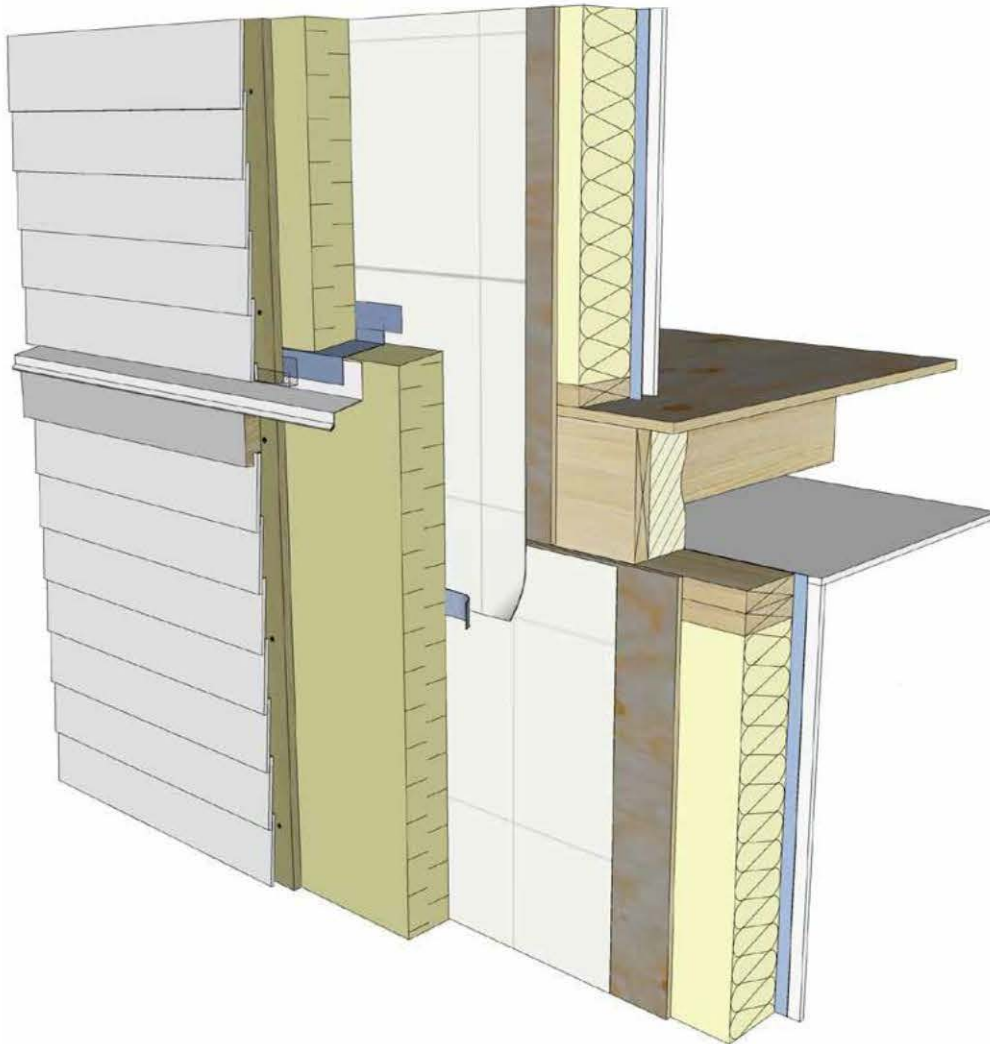
LEEP

PARTENARIAT LOCAL
POUR L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE

ÉNERGIE
NETTE ZÉRO

Assemblage du mur #1

Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau



Élaboré par l'équipe du Partenariats locaux pour
l'efficacité énergétique (LEEP) de Ressources naturelles Canada.

Assemblage du mur à énergie nette zéro LEEP #1
Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

Cat. M154-165/1-2024F-PDF (en ligne)

ISBN 978-0-660-70707-5

Also available in English under the title:

“LEEP NZE Wall Assembly #1 Split Wall: Vapour Permeable Exterior Insulation”

Droit d'auteur © Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Ministre des Ressources naturelles, 2024

Remerciements

L'équipe du *Partenariats locaux en efficacité énergétique* (LEEP) de CanmetÉNERGIE aimerait remercier les nombreux constructeurs canadiens qui ont participé à nos programmes. Les constructeurs ont été contactés par leur association régionale de constructeurs d'habitations et invités à participer aux forums et ateliers techniques du LEEP. Leurs commentaires ont fait ressortir la nécessité de cette série de guides. Les groupes de constructeurs ont demandé à plusieurs reprises la tenue de forums techniques sur les assemblages muraux à haute performance au-dessus du niveau du sol et se sont concentrés sur quatre assemblages muraux génériques couramment utilisés. Ces assemblages muraux ont été étudiés par des experts en science du bâtiment et des fabricants, et ont été améliorés en termes d'efficacité énergétique et d'utilisation dans les bâtiments à consommation zéro. Les réactions aux présentations qui en ont résulté ont été positives et les constructeurs ont continué à tester ces assemblages muraux.

Nous tenons à remercier RDH Building Science pour son travail d'élaboration et d'illustration des guides, leur mise à jour sur la base de commentaires généraux et l'élaboration des présentations techniques pour les initiatives du LEEP qui ont servi de base à ce travail. Nous remercions également Morrison Hershfield pour l'examen technique et l'examen des codes.

Nous tenons à souligner la contribution essentielle de nos partenaires et l'aide qu'ils ont apportée à la mise en œuvre des initiatives régionales et locales du LEEP qui ont abouti à cette série de guides. Ces partenaires sont les suivants : BC Housing, BC Hydro, FortisBC, BCIT, le ministère de l'Énergie et des Mines de la Nouvelle-Écosse et Efficiency Nova Scotia. Nous tenons à remercier tout particulièrement les associations provinciales et locales de constructeurs d'habitations qui ont rendu ce guide possible, notamment ACCH British Columbia, HAVAN, ACCH Central Okanagan, ACCH Central Interior, ACCH Northern BC, ACCH Vancouver Island, ACCH Kelowna, ACCH Fraser Valley, ACCH Nouveau-Brunswick, ACCH Nouvelle-Écosse et ACCH Terre-Neuve.

La série de guides sur les murs LEEP ENZ a été élaborée par Graham Finch et James Higgins de RDH Building Science. La gestion du projet a été assurée par Clarice Kramer avec le support de James Glouchkow et Patrick Langevin de l'équipe du LEEP de RNCAN, CanmetÉNERGIE Ottawa. Le financement de ce travail a été assuré par *Ressources naturelles Canada par l'intermédiaire du Fonds pour les infrastructures naturelles*.

Clause de non-responsabilité

Ce document ne fournit pas de garanties ou d'informations relatives aux systèmes structurels, aux performances sismiques ou à la sécurité incendie. Il s'agit uniquement d'un guide sur la science de l'enveloppe du bâtiment et sur la sélection, le détail, les matériaux et les performances des assemblages muraux. L'objectif de cette publication est de fournir aux constructeurs et aux concepteurs un cadre pour prendre des décisions sur le type d'assemblages muraux à utiliser pour les maisons individuelles et les nouvelles communautés.

Ressources naturelles Canada n'assume aucune responsabilité en cas de blessures, de dommages matériels ou de pertes résultant de l'utilisation des informations contenues dans cette publication. Ce guide est destiné à fournir des informations uniquement et n'exprime pas le point de vue du gouvernement du Canada. Il ne constitue pas non plus une approbation d'un produit commercial, d'un fabricant ou d'un individu.

La science du bâtiment, les produits connexes et les pratiques de construction évoluent et s'améliorent au fil du temps. Il est donc conseillé de consulter régulièrement des publications techniques actualisées sur la science du bâtiment, les produits et les pratiques plutôt que de se fier uniquement à la présente publication. Avant d'entreprendre un projet de construction, recherchez des informations spécifiques sur l'utilisation des produits, les exigences en matière de bonnes pratiques de conception et de construction, et les exigences des codes de construction applicables. Consultez les instructions du fabricant des produits de construction, et adressez-vous également à des consultants professionnels titulaires d'une licence valide et possédant les qualifications appropriées en matière d'ingénierie ou d'architecture. Travaillez avec votre municipalité ou l'autorité compétente locale pour assurer la conformité avec les questions de conception, de zonage et de pratiques de construction, y compris la sécurité des personnes et la sécurité incendie.

Les plages de valeurs R effectives et les assemblages illustrés dans ce guide représentent des stratégies potentielles pour atteindre des objectifs de haute performance, y compris les tiers supérieurs du Code national du bâtiment du Canada. Comme pour tout objectif énergétique basé sur la performance, la modélisation énergétique doit être utilisée pour déterminer les conceptions appropriées pour chaque projet individuel. Les stratégies de conformité peuvent être influencées par des choix de conception tels que la forme du bâtiment, l'emplacement des fenêtres, l'orientation, les systèmes mécaniques et l'efficacité des équipements.

Les informations contenues dans ces guides sont de nature générique et ne sont liées à aucun programme d'étiquetage volontaire spécifique. Les constructeurs et les rénovateurs qui souhaitent que leur maison soit homologuée dans le cadre du *programme de labellisation des maisons nettes zéro* de l'Association canadienne des constructeurs d'habitations (ACCH) doivent s'assurer que leur maison répond à toutes les exigences techniques de ce programme.

Contexte du LEEP

L'équipe du LEEP de CanmetÉNERGIE travaille avec des groupes de constructeurs, par l'entremise de leurs associations de constructeurs d'habitations. Les programmes du LEEP offrent des occasions d'identifier les obstacles et les lacunes technologiques et de discuter et d'évaluer les stratégies de construction de maisons à consommation énergétique nette zéro (CENZ) et à haut rendement énergétique. Les constructeurs utilisent des forums et des ateliers pour identifier les principaux défis technologiques, invitant experts et les fabricants à répondre en proposant des solutions, des innovations et des orientations sur la façon d'intégrer ces idées dans les pratiques de construction. Par l'intermédiaire de leur HBA, les constructeurs utilisent les LEEP pour définir et résoudre les défis technologiques et pour entrer en contact avec des professionnels de la conception qui peuvent les aider à construire les maisons de demain. L'objectif est d'améliorer les pratiques de construction locales à l'initiative des constructeurs.

Le besoin

Un changement fondamental s'impose dans la conception et la construction des murs. Les constructeurs canadiens vont au-delà des pratiques typiques de l'ossature bois et optent pour des assemblages du mur qui atteignent des niveaux de performance plus élevés. Des forums techniques du LEEP ont été organisés dans de nombreux endroits au Canada. Les groupes régionaux de constructeurs du LEEP ont toujours considéré les murs à haute performance comme un défi technologique majeur. Ils ont demandé des informations sur :

- › L'augmentation des valeurs R effectives ; l'isolation continue et la réduction des ponts thermiques.
- › La barrière pare-air continue et les enveloppes du bâtiment étanches à l'air ; amélioration de la performance thermique, réduction des charges de chauffage et de refroidissement, réduction du risque de condensation dans les cavités murales.
- › Les systèmes de protection contre l'eau ; réduction du risque d'intrusion d'eau directe provenant de la pluie, de la neige et du vent, détails fiables sur l'évacuation de l'eau.
- › L'efficacité du pare-vapeur, la réduction du risque d'emprisonnement de l'humidité dans l'assemblage des murs, l'assurance qu'il n'y a pas de double pare-vapeur.

Il existe une grande diversité dans la construction à ossature de bois au Canada. Les détails des murs et les types d'assemblages varient selon les régions et les zones climatiques. Les pratiques de construction locales peuvent également varier, de même que l'accès à des informations techniques et à une formation fiable. La coordination avec les corps de métier et les consultants est essentielle lors de l'introduction d'une nouvelle technologie et ne doit pas être négligée. Nous espérons qu'en fournissant ces lignes directrices pour les assemblages muraux avec des détails de construction, nous aiderons les constructeurs à sélectionner, planifier et construire avec succès des assemblages muraux robustes. Des détails spécifiques au projet doivent toujours être élaborés pour tenir compte des conditions uniques de chaque projet.

Nous considérons les guides sur les murs LEEP ENZ non pas comme un objectif final, mais comme l'un des fondements d'une nouvelle génération d'habitations à haute performance.

Documents de cette série

En plus des conseils présentés dans les guides sur les murs, les Annexes A et B présentent des conseils sur la sélection des matériaux et des produits pour chaque assemblage. Voici une liste des documents de la série des guides techniques sur les assemblages du mur à consommation énergétique nette zéro du LEEP de RNCan :

- VOUS** > **Introduction** : Guides sur les murs et la sélection des murs du LEEP ENZ
ÊTES ➔ **Mur #1** Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau
ICI > **Mur #2** Mur divisé : Isolation extérieure en fibre de bois
> **Mur #3** Mur divisé : Isolation extérieure à faible perméance
> **Mur #4** Mur à double colombage avec mur de service intérieur
> **Annexe A** : Guide de sélection des matériaux et produits de construction
> **Annexe B** : Processus de sélection de l'isolation extérieure des murs divisés

Cette série de guides porte sur quatre assemblages du mur générique au-dessus du niveau du sol. Les constructeurs, issus de différentes régions du Canada, ont choisi à plusieurs reprises ces types de murs courants lors des ateliers du LEEP et ont demandé des conseils techniques sur les modifications et l'amélioration des performances.

Contenu

Préface	9
Aperçu de l'assemblage du mur #1	9
Considérations relatives à la conception	12
Isolation extérieure, cerclage et bardage	15
Installation des fenêtres.....	22
Exigences structurelles et tableaux de fixation.....	26
Systèmes d'étanchéité à l'air.....	28
Détails de construction typiques	32
Liste de contrôle du constructeur pour la construction de murs à zéro émission	44

Liste des figures

Figure 1 Mur divisé avec isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau rigide	9
Figure 2 Assemblages couche-par-couche typiques du mur à isolation divisée avec isolant rigide extérieur perméable à la vapeur d'eau	10
Figure 3 Tableau des valeurs R effectives du mur #1	11
Figure 4 Fixations à travers l'isolation.....	12
Figure 5 L'isolation extérieure permet d'augmenter la température du revêtement en bois, ce qui réduit le risque de condensation à l'intérieur de l'assemblage. Une isolation extérieure plus épaisse minimise encore ce risque	13
Figure 6 Méthode de pose de l'isolation extérieure	15
Figure 7 Exemples de la disposition optimisée des lattes	17
Figure 8 Détail du solin de traversée de mur conventionnel et installation du lattage.....	18
Figure 9 Approche simplifiée du solin de traversée de mur (sans recouvrements positifs).....	18
Figure 10 Installation du solin en traversée de mur : solin métallique installé avec des vis sur la face avant de l'isolant extérieur, membrane de solin installée sur l'isolant inférieur et collée au solin métallique, et lattage supérieur utilisé pour fixer le solin en place	20
Figure 11 Des cales de déflexion traitées avec un produit de préservation et installées sur le bord supérieur du solin peuvent être utilisées pour limiter la déflexion et soutenir des revêtements plus lourds si nécessaire	21
Figure 12 Les vis installées à un angle ascendant peuvent être utilisées pour limiter la flexion et soutenir des revêtements plus lourds si nécessaire.....	21
Figure 13 Lattage d'angle plus large installation où la garniture d'angle doit être installée sur le lattage	22
Figure 14 La superposition est utilisé pour produire un substrat de lattage horizontal pour un revêtement vertical.....	22
Figure 15 Dans les climats secs où il n'y a pas de pour les écrans pare-pluie,	

il est possible d'utiliser uniquement un lattage horizontal	22
Figure 16 Exemples d'installation de la membrane d'appui de fenêtre au niveau de l'ouverture brute verticale	23
Figure 17 Installation de la membrane de l'ouverture brute de la fenêtre au niveau de l'appui, du montant et de la tête	23
Figure 18 Options de drainage du seuil (l'isolation extérieure et le bardage ne sont pas représentés pour plus de clarté)	23
Figure 19 Fenêtre options d'étanchéité à l'air et à l'eau de l'ouverture brute	24
Figure 20 Solin de tête de fenêtre avec membrane de solin de traversée de mur collée	25
Figure 21 Solin de tête de fenêtre avec membrane de solin de traversée de mur posée sous la membrane principale	25
Figure 22 Solin de tête de fenêtre installé sur la face avant de l'isolation extérieure avec solin secondaire installé directement au-dessus de la fenêtre	25
Figure 23 Solin de tête de fenêtre installé sur la face avant du lattage avec solin secondaire installé directement au-dessus de la fenêtre	25
Figure 24 Aspects de la conception de l'installation de lattage et de fixation	26
Figure 25 Membrane de revêtement étanche fixée mécaniquement, avec tous les bords du matériau étanche à l'air recouverts d'un ruban adhésif	28
Figure 26 Membrane de revêtement autocollante perméable à la vapeur, dont tous les bords sont entièrement collés à elle-même et au support pour créer une couche étanche à l'air	28
Figure 27 Approche du pare-air par revêtement intermédiaire scellé	29
Figure 28 Membrane d'étanchéité à l'air appliquée par voie liquide	29
Figure 29 Exemple de lignes de continuité du pare-air dans toute l'enveloppe du bâtiment, y compris tous les détails de transition	30
Figure 30 Défauts courants de la membrane de revêtement et du pare-air du plafond	31
Figure 31 Exemple de panneau d'étanchéité à l'air	31

Liste des détails de construction

Detail 1.01 Aperçu de la coupe de mur et matériaux	34
Detail 1.02 Détails de la coupe de mur Wayfinder	35
Detail 1.03 Base du mur de la fondation	36
Detail 1.04 Transition du bardage à la ligne de plancher	37
Detail 1.05 Interface mur et toit	38
Detail 1.06 Appui de fenêtre	39
Detail 1.07 Montant de fenêtre	40
Detail 1.08 Tête de fenêtre	41
Detail 1.09 Pénétration du mur au niveau du conduit - Section	42
Detail 1.10 Pénétration du mur au niveau du réceptacle - Section	43

Préface

Il est nécessaire d'opérer un changement fondamental dans la conception, les détails et la construction des murs. Pour atteindre les niveaux de performance de l'énergie nette zéro (ENZ) dans les maisons et les bâtiments multifamiliaux, les constructeurs doivent atteindre des niveaux supérieurs d'étanchéité à l'air et des niveaux d'isolation efficaces plus élevés dans les murs. Cela signifie une réduction des fuites d'air, des niveaux d'isolation plus élevés et une réduction des ponts thermiques. Cette série de guides a pour but d'établir des assemblages du mur communs que l'industrie peut utiliser ou modifier pour la construction de maisons ENZ. Elle ne fournit pas d'informations relatives aux systèmes structurels, aux performances sismiques ou à la sécurité incendie.

Aperçu de l'assemblage du mur #1

Cet assemblage du mur au-dessus du niveau du sol consiste en de multiples couches d'isolant rigide ou semi-rigide placées à l'extérieur d'un assemblage du mur à ossature de bois isolé conventionnel. Des valeurs R effectives élevées sont obtenues en utilisant des couches d'isolant continu perméable à la vapeur à l'extérieur de l'ossature de bois et des fixations de bardage à faible conductivité, en combinaison avec de l'isolant dans l'espace entre les montants. Dans la plupart des cas, le bardage peut être soutenu par des sangles fixées avec des vis à travers l'isolant rigide.

L'isolant extérieur perméable à la vapeur utilisé dans ce cas ne doit pas être sensible à l'humidité puisqu'il sera exposé à des humidifications périodiques. Dans les climats froids, l'isolant placé à l'extérieur du mur augmente la température du revêtement en bois sensible à l'humidité et de l'ossature et, par conséquent, améliore souvent la durabilité de l'assemblage en réduisant le risque de condensation et les dommages associés à l'humidité.

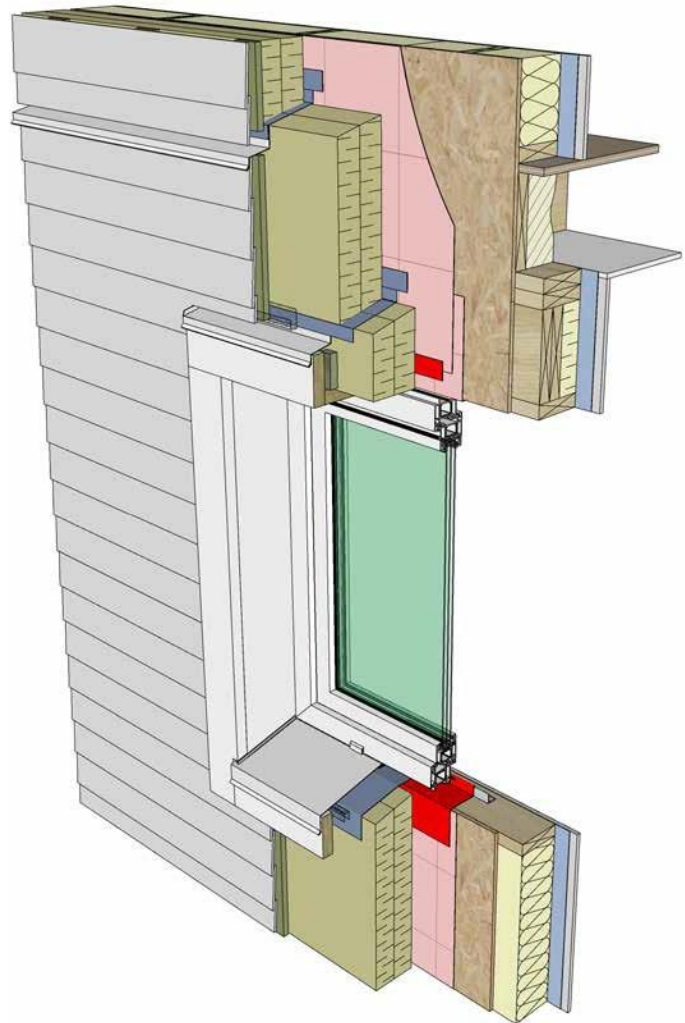


Figure 1 Mur divisé avec isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

Bardage

Tout type de bardage peut être utilisé avec cet assemblage du mur. Le choix des stratégies de fixation du bardage dépend du poids et des exigences de support du bardage. Dans de nombreux cas, le bardage peut simplement être fixé à une latte verticale en contreplaqué, fixé à travers l'isolation extérieure et dans le mur d'appui. Dans ce cas, l'isolant extérieur rigide et les fixations agissent en tandem pour supporter la charge du bardage (voir les [Exigences structurelles et tableaux de fixation à la page 26](#)). Des supports de bardage et des attaches de briques thermiquement efficaces peuvent également être utilisés avec cet assemblage et permettraient l'utilisation de produits d'isolation extérieure semi-rigides.

Barrière résistante à l'eau

Une membrane de revêtement perméable à la vapeur doit être installée sur l'extérieur du revêtement intermédiaire, derrière l'isolation extérieure. Il existe une grande variété de produits en feuilles (fixés mécaniquement) et autocollants, ainsi que certains produits à application liquide qui peuvent être utilisés pour cette application. La membrane de revêtement doit être perméable à la vapeur de manière à faciliter un certain séchage de l'assemblage vers l'extérieur.

Barrière pare-air

Cet assemblage peut faire l'objet de plusieurs stratégies d'étanchéité à l'air. Cependant, la plus simple est souvent la membrane de revêtement extérieur scellée. Si la membrane de revêtement doit former le pare-air, elle doit être collée et scellée pour en assurer la continuité. Le support structurel de la membrane de revêtement est assuré par l'isolant extérieur et le revêtement de chaque côté. Voir [Systèmes muraux d'étanchéité à l'air à la page 28](#) pour d'autres options d'étanchéité à l'air.

Assemblage du mur #1 (dimensions indiquées) :

Extérieur

Revêtement (3/8")
Lattes + cavité pare-pluie (3/4") Isolant rigide extérieur (6") Membrane de revêtement (pare-air) Revêtement extérieur (3/4")
des montants de bois (5-1/2" 2x6) Isolation en matelas
Couche de contrôle de la vapeur
Plaque de plâtre finie (1/2") Intérieur

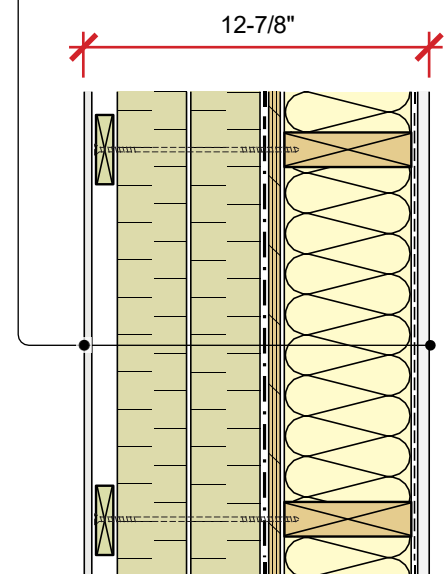


Figure 2 Assemblages couche-par-couche typiques du mur à isolation divisée avec isolant rigide extérieur perméable à la vapeur d'eau

L'étanchéité à l'air est un aspect fondamental de la construction à Énergie nette zéro. Les maisons ENZ sont conçues avec des niveaux très élevés d'étanchéité à l'air (qui doivent être testés une fois le bâtiment terminé), généralement de l'ordre de 1,0 ACH50 ou moins, quel que soit l'assemblage du mur ou la stratégie d'étanchéité à l'air utilisée. L'étanchéité à l'air est l'un des principaux moyens d'atteindre la performance énergétique et doit être l'une des principales préoccupations du constructeur. La continuité du pare-air au niveau des transitions et des pénétrations est essentielle à l'étanchéité à l'air du bâtiment. L'augmentation de l'étanchéité à l'air réduit également le potentiel de condensation dans les cavités murales, réduisant ainsi le risque de dommages dus à l'humidité. Vous trouverez de plus amples informations dans les Systèmes muraux d'étanchéité à l'air à la page 28 et dans la Liste de contrôle du constructeur pour la construction de murs à zéro émission à la page 44.

Types d'isolation intérieure

L'espace entre les montants 2x6 ou 2x4 peut être isolé à l'aide de différents types d'isolants, notamment des matelas (laine minérale ou fibre de verre), de l'isolant fibreux pulvérisé (cellulose ou fibre de verre) ou de la mousse plastique pulvérisée.

Types d'isolation extérieure et valeur R

Cet assemblage du mur utilise un isolant extérieur perméable à la vapeur tel que la laine de roche semi-rigide ou rigide, ou la fibre de verre semi-rigide. La perméabilité de l'isolation extérieure permet le séchage à l'extérieur et ne pose pas de problèmes de séchage et de durabilité.

Les types d'isolants utilisés dans cet assemblage ont une gamme de valeurs R (mesurées comme valeur R par pouce d'isolant continu), cependant, en général, la plupart des types d'isolants de cette catégorie fournissent environ R-4 par pouce. Le tableau suivant donne une fourchette de valeurs pour chaque assemblage du mur d'appui et chaque épaisseur d'isolant extérieur. Le pont thermique des attaches à travers l'isolation extérieure doit être pris en compte dans les calculs thermiques. La dégradation due aux vis galvanisées ou inoxydables varie de 5 à 10 % de réduction de la valeur R de l'isolant extérieur (c.-à-d. efficace de 90 à 95 %), bien que d'autres stratégies de fixation puissent être plus élevées.

Valeurs R effectives du mur : Mur à isolation divisée avec une isolation extérieure de R-4 par pouce fixée avec des vis galvanisées ou en acier inoxydable.					
	Mur à ossature 2x4 (matelas R-12) : R-11.3*		Mur à ossature 2x6 (matelas R-19)		
	Efficace à 90 (c'est-à-dire galvanisé vis)	Efficace à 95 (c'est-à-dire l'acier inoxydable vis)	Efficace à 90 (c'est-à-dire galvanisé vis)	Efficace à 95 (c'est-à-dire l'acier inoxydable vis)	
1,5	16,7	17	21,6	21,9	1,5
2,0	18,5	18,9	23,4	23,8	2,0
2,5	20,3	20,8	25,2	25,7	2,5
3,0	22,1	22,7	27	27,6	3,0
4,0	25,7	26,5	30,6	31,4	4,0
5,0	29,3	30,3	34,2	35,2	5,0
6,0	32,9	34,1	37,8	39	6,0
7,0	36,5	37,9	41,4	42,8	7,0
8,0	40,1	41,7	45	46,6	8,0
9,0	43,7	45,5	48,6	50,4	9,0
10	47,3	49,3	52,2	54,2	10
12	54,5	56,9	59,4	61,8	12

*Un facteur de pondération de 23 % est supposé, ce qui est conforme aux pratiques standard de pondération des montants de 16 pouces au centre.

Figure 3 Tableau des valeurs R effectives du mur #1

Remarque : la plupart des maisons *nettes zéro* et *nettes zéro prêtes à l'emploi* labellisées dans le cadre du programme de labellisation des maisons *nettes zéro* de l'ACCH ont été construites avec une isolation extérieure de deux pouces ou moins. Les attaches pour la fixation de la latte sur l'isolation extérieure, comme indiqué dans le présent document, peuvent nécessiter l'approbation d'un ingénieur professionnel.

Considérations relatives à la conception

Dans un assemblage du mur à ossature bois classique, le bardage est fixé soit directement sur le revêtement, soit sur un lattage vertical fixé directement sur le mur à ossature et le revêtement en bois. L'ajout d'une isolation extérieure augmente la distance entre le rev. Intermédiaire et le bardage. Diverses méthodes peuvent être utilisées pour soutenir le bardage, et le choix d'une méthode dépend souvent des charges structurelles à supporter et des préférences en matière d'installation et d'ordonnancement. L'importance du pont thermique associé à chacune de ces méthodes varie et constitue également un élément important à prendre en compte. Dans tous les cas, il est important de prendre en compte d'autres aspects de la conception des assemblages, y compris l'évacuation des eaux.

Fixations à travers l'isolant : Le bardage peut être fixé et soutenu par un lattage vertical fixé à l'aide de longues vis à travers l'isolation extérieure et dans le mur à ossature. Dans la plupart des cas, il s'agit de l'option de fixation mécanique du bardage la plus efficace sur le plan thermique, car le pont thermique de l'isolant extérieur est limité aux fixations à travers l'isolant. Pour les besoins de ce guide, le terme « lattage » est utilisé pour décrire les fourrures verticales en bois situées derrière le bardage. Le lattage crée également un espace de drainage, une coupure capillaire et une cavité de ventilation (c'est-à-dire une cavité pare-pluie), ce qui est conforme à l'efficacité des techniques de gestion de l'humidité. Dans ce cas, l'isolation extérieure rigide et les fixations agissent en tandem pour supporter la charge du bardage.

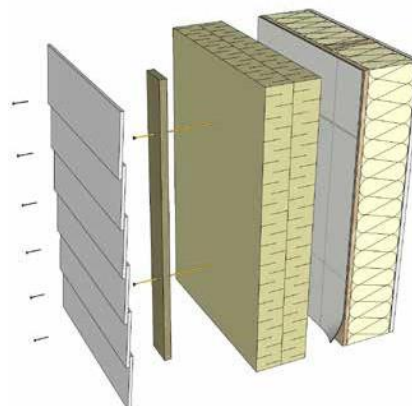


Figure 4 Fixations à travers l'isolant

Bandes de transfert et clips à efficacité thermique :

Des systèmes propriétaires de bandes et de clips à haute efficacité thermique peuvent être utilisés pour faciliter l'installation et/ou pour supporter des bardages plus lourds ou résister à des charges de vent plus importantes. Il existe un certain nombre de systèmes et le choix doit se faire en fonction de l'efficacité thermique des éléments, de leur capacité à supporter les charges et de l'épaisseur de l'isolant. Les matériaux à faible conductivité tels que la fibre de verre et l'acier inoxydable peuvent offrir une excellente efficacité thermique.

Ossature continue ou blocs de bois : Le bardage peut également être soutenu par une ossature bois continue qui pénètre dans l'isolation extérieure, ou par un lattage standard posé sur des blocs de bois (comme sur la [Figure 11](#)). Lorsque l'on utilise une ossature bois continue, il faut tenir compte de la réduction de l'efficacité thermique de l'isolation extérieure, conformément à l'approche adoptée pour les murs à ossature bois. L'ossature continue et les blocs de bois peuvent également présenter l'avantage de faciliter l'utilisation d'un isolant semi-rigide plutôt que rigide.

Attaches de maçonnerie : Dans les cas où un bardage en maçonnerie est utilisé, des attaches de maçonnerie sont utilisées pour soutenir le bardage en conjonction avec l'appui de la maçonnerie sur les linteaux ou une cornière d'appui, conformément à la pratique courante pour ce type de bardage. Ces attaches peuvent être installées de manière à pénétrer dans l'isolation extérieure, ou peuvent être installées sur la face extérieure de systèmes d'espacement thermiquement efficaces afin de réduire l'impact thermique des attaches.

Pare-vapeur et isolation extérieure

L'isolant extérieur dans cet assemblage augmente la température du revêtement intermédiaire et réduit le risque de condensation (voir Figure 5). Toutefois, un pare-vapeur doit quand même être installé à l'intérieur du mur à ossature, à moins que la majeure partie de la valeur R de l'isolant ne soit placée à l'extérieur du revêtement. Généralement, une feuille de polyéthylène est utilisée comme pare-vapeur intérieur dans ces types d'assemblages.

Si une mousse plastique relativement peu perméable était utilisée, elle ne permettrait pas à l'humidité présente dans le mur de sécher vers l'extérieur. Si cet isolant est posé conjointement avec un pare-vapeur intérieur, les deux pare-vapeur peuvent piéger l'humidité qui pénètre par inadvertance dans l'assemblage et peut potentiellement entraîner une croissance fongique et un pourrissement.

En général, un isolant extérieur perméable à la vapeur associé à un pare-vapeur intérieur constitue un assemblage du mur présentant moins de risques.

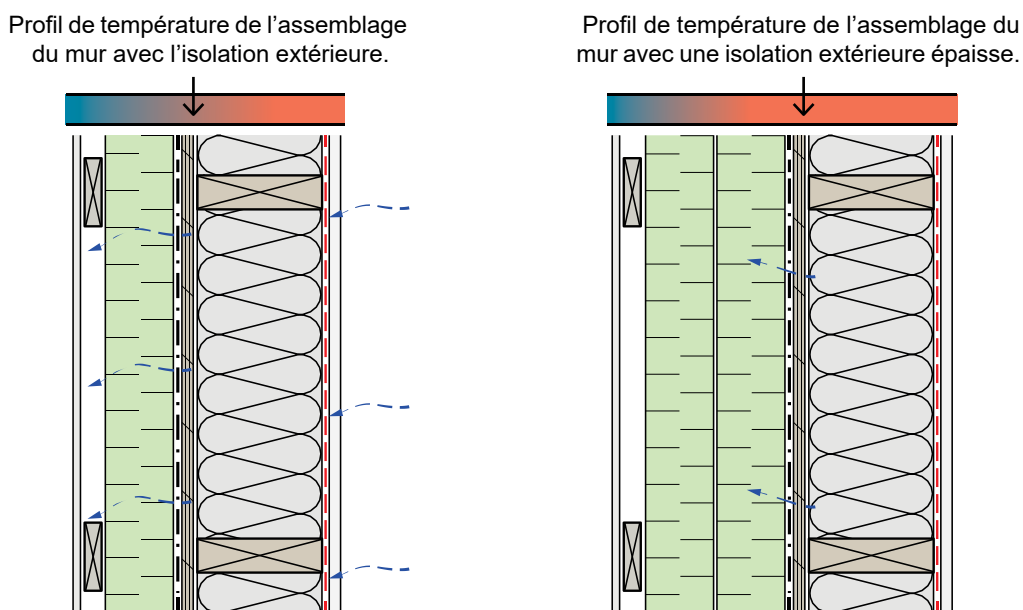


Figure 5 L'isolation extérieure perméable permet à l'humidité qui pourrait pénétrer dans le mur de sécher vers l'extérieur et ne l'emprisonne pas.

Conformité au code et vérification des performances

La conception et la construction des assemblages muraux utilisés dans les habitations de la partie 9 et les petits bâtiments doivent être conformes aux exigences et aux restrictions énoncées dans le code du bâtiment local applicable, qu'il s'agisse du Code national du bâtiment du Canada (CNB) ou des versions provinciales/locales. Ces exigences et restrictions sont les suivantes :

1. Considérations relatives aux **matériaux et aux méthodes** utilisés dans les assemblages eux-mêmes, et
2. Comment la performance thermique des murs qui en résulte est prise en compte dans la **performance énergétique du bâtiment**.

Comme pour tous les éléments du code, la responsabilité de la conformité au code incombe toujours au propriétaire du bâtiment. Si le propriétaire a conclu un Accord contractuel juridiquement contraignant avec un concepteur ou un constructeur, cette responsabilité leur incombe, conformément aux dispositions du contrat. L'agent du bâtiment n'est là que pour superviser et appliquer le processus de conformité au code local et pour jouer un rôle d'auditeur.

Matériaux et méthodes : Vérifiez les articles du code applicables et les normes auxquelles ils renvoient pour confirmer la conformité de chaque matériau et de chaque méthode d'installation. La partie 9 du CNB comprend des sous-sections pour la plupart des « couches » d'assemblages muraux typiques à ossature en bois, y compris l'ossature, les diverses couches de contrôle de l'enveloppe et même les finitions intérieures, qui décrivent les diverses exigences relatives aux matériaux utilisés et à la manière dont ils sont mis en œuvre. La plupart des matériaux utilisés dans les assemblages muraux typiques doivent être conformes à une norme CSA applicable. Le Centre canadien matériaux de construction (CCMC) offre des services d'essai et d'examen pour évaluer la conformité des produits aux codes du bâtiment. Toutefois, d'autres méthodes d'évaluation de la conformité et d'établissement de l'« équivalence » peuvent être utilisées, notamment des services d'ingénierie professionnels. Le fabricant du produit fournit souvent la documentation relative à la conformité au code, mais celle-ci doit toujours être vérifiée par rapport au code du bâtiment local. Les nouvelles technologies de couches de contrôle de l'enveloppe, telles que les membranes spécialisées, peuvent arriver sur le marché plus rapidement qu'elles ne peuvent être évaluées, et doivent donc être utilisées avec prudence.

Performance énergétique : Les exigences du Code en matière d'isolation thermique effective sont énoncées de façon normative à la sous-section 9.36.4. du CNB. Le calcul de la performance thermique des assemblages muraux dans le but de démontrer la conformité au CNB peut être effectué assez facilement à l'aide de la méthodologie définie par le CNB et de ressources en ligne telles que le [calculateur de R_{eff}](#) du Conseil canadien du bois. Cependant, lorsque la conformité énergétique basée sur la performance est recherchée, comme en vertu de la sous-section 9.36.5. du CNB ou de la sous-section 9.36.6. du BC Building Code, la démonstration de la conformité est plus nuancée. Les différentes valeurs R effectives doivent toutes être prises en compte dans le modèle énergétique spécifique du bâtiment ; la documentation et la modélisation énergétique doivent respecter les exigences du code, mais l'approche pour répondre aux exigences de performance énergétique variera d'un bâtiment à l'autre (c'est-à-dire en utilisant des assemblages et des approches d'efficacité énergétique différents). La manière exacte dont la conformité au code est démontrée à l'autorité compétente (c'est-à-dire par le biais de soumissions, d'évaluations, d'inspections et d'approbations) est du ressort de chaque juridiction et doit être comprise et suivie par l'équipe de projet. Plus important encore, la vérification sur le site devient une partie primordiale de la conception et de la construction. Cela inclut la confirmation de la valeur R de l'isolation des assemblages sur le site, ainsi que des tests d'étanchéité à l'air. Consultez votre autorité compétente locale pour confirmer les exigences en matière de vérification des performances et autres essais relatifs à la démonstration de la conformité aux exigences du Code basé sur les performances.

Isolation extérieure, lattage et bardage

La pose d'une ou plusieurs couches d'isolant extérieur à l'aide de lattes et de vis nécessite une approche par étapes, car chaque panneau d'isolant doit être fixé en utilisant uniquement les feuillards dans la mesure du possible, afin de réduire le nombre de pénétrations de fixations à travers l'isolant et la membrane de rev. Interm. Cette approche est plus facile à réaliser en suivant la procédure d'installation suivante (voir Figure 6) :

1. Posez la première couche d'isolation à l'aide du lattage.
Les panneaux d'isolation doivent être fixés au bord inférieur et maintenus verticalement en place si nécessaire. Les panneaux d'isolation doivent être posés avec les bords verticaux décalés de 8" par rapport à la bande de lattage, de sorte que chaque panneau (généralement de 48" de large) soit fixé derrière 3 bandes distinctes.
2. Placez l'isolant derrière le lattage et empilez-le sur la couche de départ, avec des vis installées le long des lattes à travers les panneaux d'isolation au fur et à mesure qu'ils sont installés jusqu'au bord supérieur.
3. Les panneaux d'isolation en une seule couche peuvent être empilés directement au-dessus de la couche inférieure ou décalés horizontalement, et ils doivent être décalés dans les deux sens si plusieurs couches d'isolation sont utilisées.

Une autre méthode d'installation consiste à utiliser une ou deux attaches pour fixer temporairement les panneaux d'isolation en place avant que le lattage ne soit installé. Cette approche peut nécessiter des vis avec de grandes rondelles pour fixer correctement l'isolation plus lourde. Reportez-vous aux données du fabricant de l'isolant pour plus d'informations sur la disposition des fixations et les exigences d'installation.

Les panneaux doivent être posés en morceaux aussi grands que possible sur toute la surface du mur. Les morceaux peuvent être coupés après la pose pour s'assurer que toutes les surfaces murales, y compris autour des ouvertures et des pénétrations, sont couvertes tout en minimisant les espaces et les joints des panneaux d'isolation. L'isolation extérieure ne doit être interrompue que par les solins nécessaires, les pénétrations de service et les éléments structurels.

Zone sans écran pare-pluie

Certaines juridictions exigent un écran pare-pluie avec une surface libre minimale de 80 %, ce qui signifie que le matériau utilisé pour créer l'espace ne doit pas dépasser 20 % de la surface de section transversale de la cavité drainée et ventilée. Cette exigence peut généralement être respectée avec la plupart des lattes, y compris les largeurs de lattage indiquées dans les tableaux de la section suivante. Cependant, au niveau des détails ou des terminaisons, lorsqu'un support supplémentaire d'isolation ou de revêtement est nécessaire, un lattage plus étroit ou des pièces intermittentes doivent être utilisés comme remplissage pour les assemblages muraux où un lattage de 3" de large est utilisé, afin de maintenir la surface libre de 80 %. Les constructeurs et les concepteurs doivent s'assurer que la cavité ventilée et drainée est acceptable par les autorités compétentes.

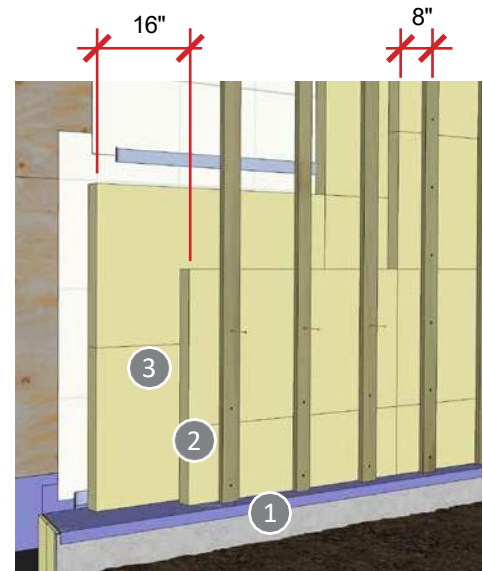


Figure 6 Méthode de pose de l'isolation extérieure

Écran pare-pluie créé par les lattes fixant l'isolation

En général, le lattage le plus approprié pour cette application sera un lattage en contreplaqué traité avec un agent de conservation, divisé sur la largeur, car les exigences relatives à l'utilisation de vis plus grandes à des intervalles rapprochés risquent de fendre les cerclages fabriqués à partir de bois de construction. En outre, une fois le cerclage installé, d'autres fixations sont installées dans le lattage pour fixer le bardage. Les traitements de préservation au borate conviennent souvent aux lattes en bois et sont recommandés pour la plupart des applications. Le quat de cuivre alcalin (ACQ) et l'arséniat de cuivre chromaté (CCA) peuvent également convenir pour le traitement du bois, mais il convient de vérifier la compatibilité avec les fixations et les métaux adjacents.

L'épaisseur et la largeur du lattage nécessaires au transfert de charge dépendent du poids du bardage. Un lattage plus épais et plus large peut être nécessaire lorsqu'il est utilisé avec des produits en laine minérale rigide, afin de réduire les risques de courbure ou de torsion du cerclage entre les fixations lors de l'installation et de la fixation du bardage.

L'épaisseur et la largeur du lattage doivent être conformes aux exigences minimales indiquées dans les tableaux de la section [Exigences structurelles et tableaux de fixation à la page 26](#), bien qu'elles ne soient pas limitées aux dimensions indiquées et qu'elles puissent être plus larges et plus épaisses le cas échéant. Par exemple, certains produits de bardage peuvent nécessiter un encastrement minimal des fixations plus épais que l'épaisseur minimale du lattage indiquée dans les tableaux, comme spécifié par les fabricants de bardage. En outre, reportez-vous aux exigences du code concernant les dimensions et l'espacement minimaux des lattes dans la partie 9 relative à la construction.

Optimisation de la disposition des lattes

Le lattage des assemblages à couches superposées à d'isolation extérieure doit retenir efficacement l'isolation extérieure. Dans les zones murales dégagées, l'installation du lattage peut être relativement simple (voir page précédente). Cependant, le lattage doit toujours tenir compte des ouvertures, des pénétrations, des joints de bardage, de la fixation des solins et des garnitures, et des séparations au niveau des lignes de plancher. Optimisez la disposition du lattage en :

- › planifiant soigneusement la disposition afin d'éviter des pièces de lattes supplémentaires, en particulier autour des fenêtres et des pénétrations,
- › réduisant le nombre de morceaux d'isolation en utilisant la plus grande pièce possible puisque chaque morceau doit être maintenue en place de chaque côté/extrémité,
- › simplifiant la disposition des garnitures et des solins afin de réduire le besoin de petits blocs d'isolation, et
- › utilisant un blocage intermittent pour recevoir les garnitures de terminaison et les solins sur toute l'épaisseur de l'isolation extérieure (voir [Figure 7](#) et [Détails de construction typiques à la page 32](#)).

Lorsque vous considérez le nombre de pénétrations et estimez la quantité de vis nécessaires, rappelez-vous que si les exigences structurelles peuvent permettre un grand espacement vertical des vis le long du lattage (voir [Exigences structurelles et tableaux de fixation à la page 26](#)), cet espacement n'est possible que dans les zones de mur continu. Au niveau des fenêtres et des portes, les lattes doivent être placées sur le périmètre extérieur, avec des fixations aux extrémités des cerclages, quelle que soit leur longueur. Il en va de même pour les zones murales comportant des joints et des solins au niveau des lignes de plancher. Le lattage doit toujours être correctement fixé, avec au moins des attaches à chaque extrémité.

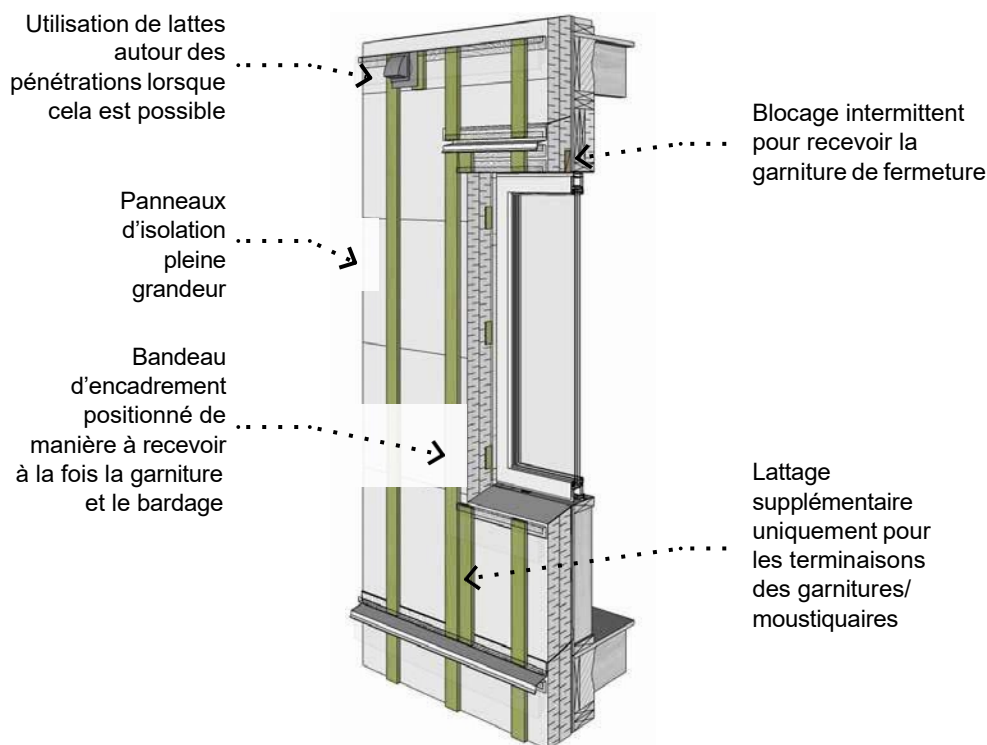


Figure 7 Exemples de la disposition optimisée des lattes

Détails de l'écran pare-pluie

L'épaisseur du lattage de l'isolant sert également d'espace pare-pluie entre le bardage et la face de l'isolant extérieur. Bien qu'il ne soit pas utilisé comme barrière principale d'étanchéité à l'eau (WRB) pour empêcher la pénétration de l'eau dans l'assemblage du mur, l'isolant extérieur agit comme une surface secondaire d'évacuation de l'eau (WSS). Les transitions et les joints du bardage doivent être détaillés de manière à permettre l'évacuation de l'eau depuis l'arrière du bardage. À certains endroits clés, comme au-dessus des pénétrations et des transitions de bardage, les détails doivent également permettre le drainage depuis l'arrière de l'isolant au niveau de la WRB (c'est-à-dire être un solin de traversée de mur). Le meilleur moyen d'y parvenir est de combiner un solin métallique sur la face de l'isolant et une membrane autocollante entre le WRB et la partie arrière du solin. La partie arrière du solin peut être fixée à l'aide de fixations directement à travers l'isolant, ou sur des blocs de bois traités avec des produits de préservation intermittents. Le fait que le solin ne traverse pas l'isolant et qu'il soit remplacé par une membrane autocollante permet de réduire les risques de pont thermique et d'utiliser des profils de solin plus typiques (voir page suivante). Notez qu'il est possible d'utiliser un solin métallique continu traversant les murs, mais qu'il faudrait le profiler sur mesure et qu'il serait considéré comme un pont thermique important.

Un filet anti-insectes, également appelé « moustiquaire », doit être utilisé à tous les joints de solin où l'espace entre l'écran pare-pluie et le lattage est exposé et pourrait permettre l'entrée d'insectes. Le grillage anti-insectes est temporairement maintenu entre les lattes et l'isolant, enroulé sur les extrémités du lattage et fixé sur sa face avant. Voir les détails schématiques à la page suivante et se référer aux [Détails de construction typiques à la page 32](#) pour plus d'informations.

L'approche conventionnelle de l'étanchéité au travers d'une paroi consiste à recouvrir (sens écoulement d'eau) la membrane principale devant le solin ou la membrane d'étanchéité et à la coller en place pour maintenir l'étanchéité à l'air (voir Figure 8). Cette méthode nécessite une planification minutieuse afin que le solin soit placé à la bonne hauteur pour permettre à la fois le recouvrement et l'étanchéité avec la membrane principale, ainsi que la pose du solin métallique et de la garniture.

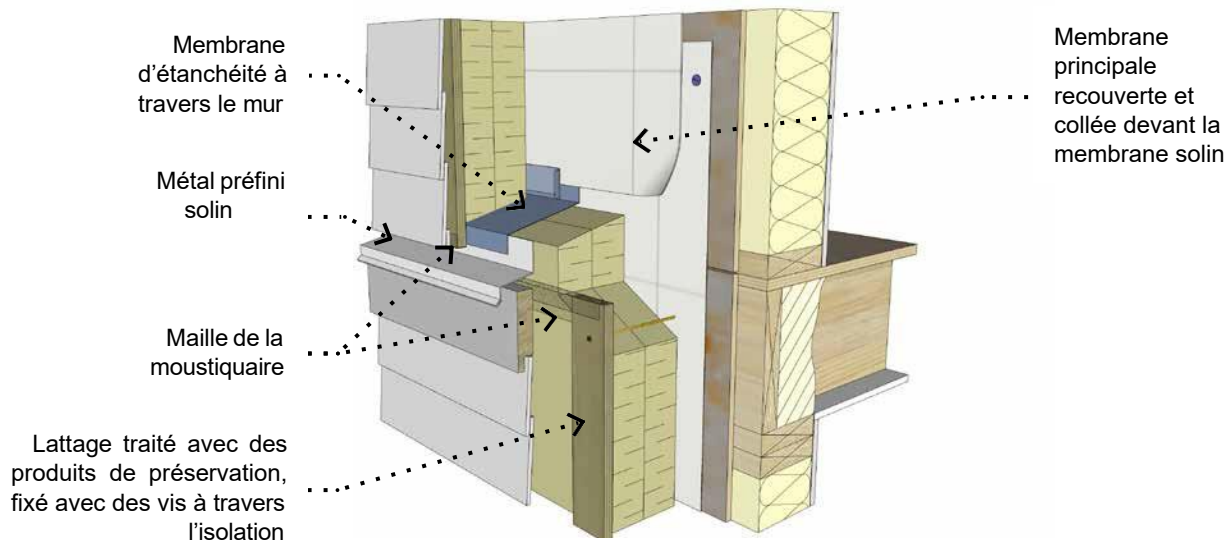


Figure 8 Détail du solin de traversée de mur conventionnel et installation du lattage

Il peut également être plus simple de poser la membrane de solin sur la membrane principale avec le bord supérieur collé ou scellé, plutôt que de procéder à un chevauchement positif (voir Figure 9). **Notez cependant que les exigences spécifiques du code en matière de solins peuvent dicter la manière dont les solins doivent être installés, et que le chevauchement positif conventionnel est souvent requis.**

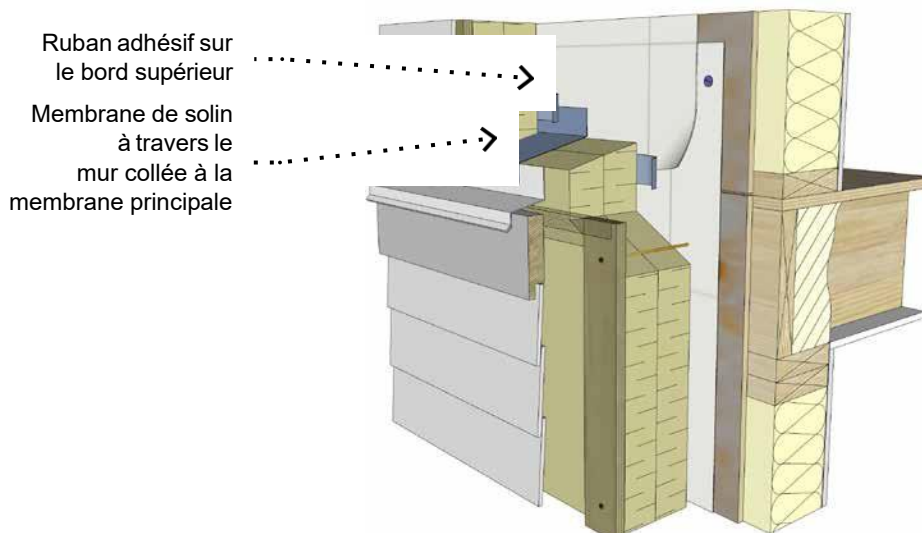


Figure 9 Approche simplifiée du solin de traversée de mur (sans recouvrements positifs)

Fixation de solin métallique intramural

La méthode d'installation des solins nécessite quelques changements dans l'ordre habituel de l'installation du bardage. Alors que la membrane du mur était auparavant posée avec le solin métallique avant la moustiquaire et le cerclage, l'ajout de l'isolation extérieure signifie que le solin métallique est plutôt posé de pair avec l'isolation et le lattage.

L'installation du solin modifié comprend les étapes suivantes (voir [Figure 10](#) à la page suivante) :

1. L'isolant extérieur doit être posé avec soin pour tenir compte de la présence du solin de traversée de mur. Comme le montre la [Figure 10](#), le bord supérieur de l'isolant extérieur « inférieur » s'aligne sur le haut de la paroi arrière du solin et sert de support incliné à la membrane du solin (notez que l'isolant « supérieur » n'est pas posé tant que le solin n'est pas en place).
2. Le solin est ensuite installé à l'aide de fixations qui traversent la paroi arrière du solin, l'isolant et le support mural. Ces quelques fixations ne sont pas conçues comme des attaches structurales, mais servent simplement à positionner le solin et à le maintenir en place contre l'isolant jusqu'à ce que l'isolant supérieur et le lattage soient installés et puissent être utilisés pour le fixer complètement. La paroi arrière du solin doit être pré-percée pour faciliter l'installation des fixations et permettre l'utilisation de vis à bois ordinaires, car les vis autotaraudeuses risquent d'endommager inutilement la membrane murale.
3. Une fois le solin métallique en place, la membrane d'étanchéité peut être chevauchée et collée sur sa paroi arrière. Il peut s'avérer difficile d'aligner la membrane d'étanchéité murale profonde au-dessus des futurs emplacements prévus pour les garnitures et les solins lors de la pose de la membrane sur le chantier. Il est donc préférable d'installer la membrane de traversée de mur pendant la pose du solin métallique, comme le montre la [Figure 10](#). La membrane de solin peut toujours être installée pendant la pose de la membrane de chantier, à condition qu'elle soit suffisamment large et que le papier de protection soit laissé en place pour permettre la pose ultérieure du solin métallique dans la bonne position. Bien que la membrane de solin n'adhère probablement pas à l'isolant, elle sera prise en sandwich par l'isolant supérieur et jouera son rôle de drainage à travers la paroi. Notez que les exigences spécifiques du code en matière de solins peuvent dicter la manière dont les solins sont installés. Consultez l'autorité compétente de votre région pour savoir quelles sont les méthodes de solin acceptables.
4. L'isolant supérieur et le lattage sont ensuite posés sur le solin (avec la moustiquaire derrière le lattage), et de petites attaches peuvent être utilisées pour fixer complètement la paroi arrière du solin métallique.

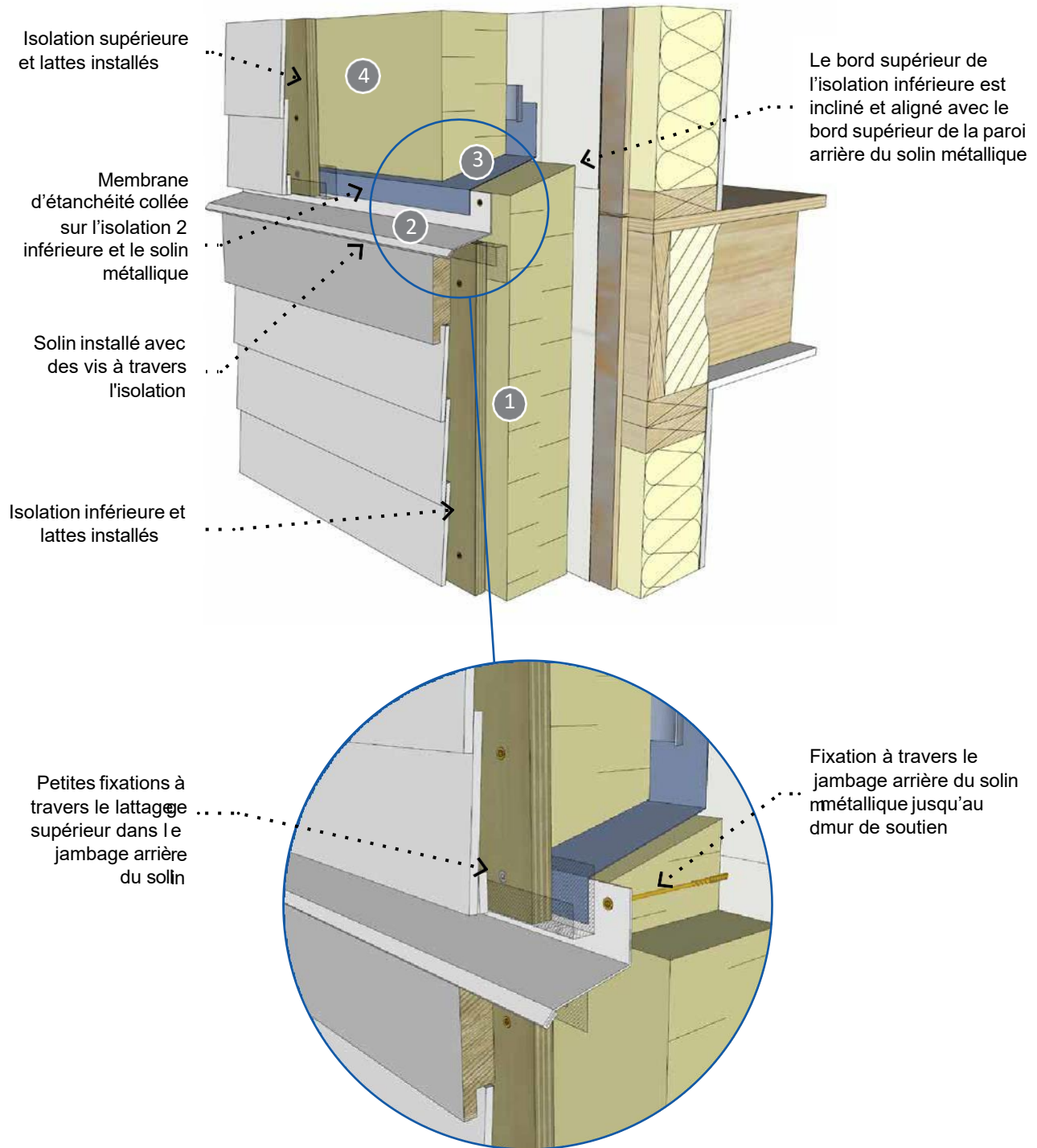


Figure 10 Installation du solin en traversée de mur : solin métallique installé avec des vis sur la face avant de l'isolant extérieur, membrane de solin installée sur l'isolant inférieur et collée au solin métallique, et lattage supérieur utilisé pour fixer le solin en place.

Fixations et protection contre la corrosion

Les vis utilisées pour fixer le lattage sur l'isolation doivent être en acier inoxydable ou en acier recouvert d'un revêtement anticorrosion de haute qualité, car elles seront exposées à l'environnement extérieur et doivent être protégées de la corrosion pour garantir une durabilité à long terme. Une résistance supplémentaire peut être nécessaire dans les environnements très corrosifs. Assurez-vous toujours que le type de vis est compatible à la fois avec le matériau de lattage (c'est-à-dire le traitement de préservation du bois) et le matériau de bardage.

Cette application peut nécessiter des vis spéciales conçues pour supporter le serrage potentiellement élevé attendu lorsqu'elles sont installées à travers d'épaisses couches d'isolation et dans le mur d'appui. Une considération importante en matière de construction est l'utilisation de vis à tête fraisée afin que la tête de la vis puisse être enfoncée dans la face avant du lattage et hors de portée des matériaux de revêtement et des accessoires de fixation.

Poids du bardage et méthodes de fixation

Les essais ont montré qu'un léger fléchissement du lattage et du bardage peut se produire pour les assemblages muraux avec des bardages lourds. Dans la plupart des cas, le fléchissement est limité à moins de 1/32" pour des charges typiques de bardage lourd. La déflexion potentielle pour les bardages lourds peut être réduite en utilisant des blocs de déflexion au sommet des pièces de lattage, ou en installant des vis à un angle vers le haut dans le mur de soutien. La méthode des cales de déviation consiste à utiliser des cales en bois de construction traité sous pression, installées au sommet du cerclage, soit au niveau de la solive de rive, soit au sommet du mur, afin de « suspendre » le lattage (voir l'illustration de la page suivante). Cela permet d'obtenir un mécanisme de soutien en bois massif et de minimiser les mouvements de déflexion du revêtement.

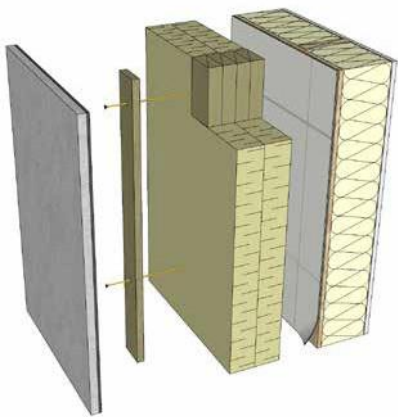


Figure 11 Des cales de déflexion traitées avec un produit de préservation et installées sur le bord supérieur du solin peuvent être utilisées pour limiter la déflexion et soutenir des revêtements plus lourds si nécessaire.

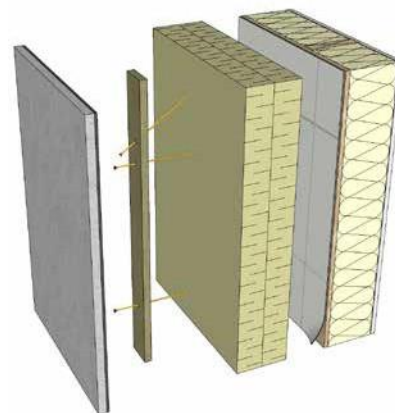


Figure 12 Les vis installées à un angle ascendant peuvent être utilisées pour limiter la flexion et soutenir des revêtements plus lourds si nécessaire.

Dans les angles extérieurs, il est possible d'utiliser une latte verticale plus large qui dépasse l'ossature de l'angle pour obtenir un support de fixation du bardage continu (voir [Figure 13](#)). Pour les bardages orientés verticalement, il convient d'utiliser deux couches de lattes ou, si le bardage est léger et qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un écran pare-pluie, un lattage horizontal peut être posé seul (voir [Figure 14](#) et [Figure 15](#)).

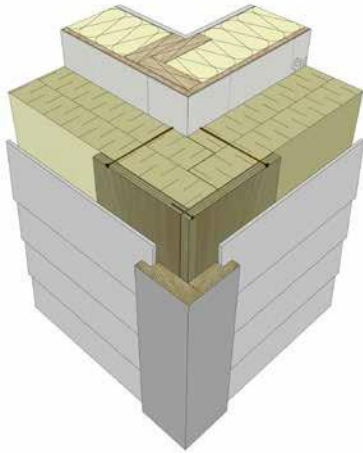


Figure 13 Lattage d'angle plus large installation où la garniture d'angle doit être installée sur les lattes.

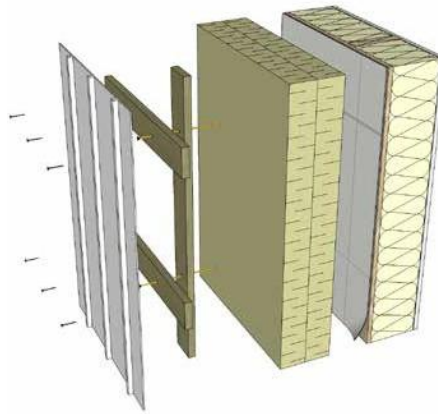


Figure 14 La superposition est utilisée pour produire un substrat de lattes horizontales pour un revêtement vertical.

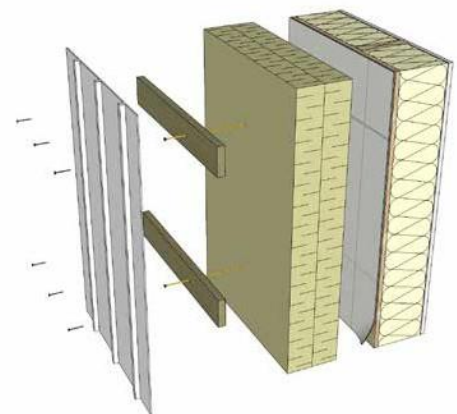


Figure 15 Dans les climats secs où il n'y a pas de pour les écrans pare-pluie, il est possible d'utiliser uniquement un lattage horizontal.

Installation des fenêtres

L'isolation extérieure pose des problèmes de séquençage particuliers pour l'installation des fenêtres et des portes.

Les détails des fenêtres et des portes doivent :

- › permettre la préparation de l'ouverture brute et l'installation de la fenêtre en temps voulu afin d'atteindre le stade de la fermeture,
- › s'adapter aux fenêtres avec ou sans rebord,
- › anticiper les futurs éléments de solin, d'isolation, de lattage et de bardage, et
- › maintenir de solides stratégies d'étanchéité à l'air et de gestion de l'eau.

La [Figure 16](#) montre trois exemples de matériaux et de méthodes d'installation de la membrane d'appui de fenêtre principale afin d'obtenir une étanchéité continue à l'air et à l'eau sur l'appui, aux coins de l'appui et à l'angle de l'appui. La disposition typique de la membrane de la fenêtre au niveau de la tête, telle qu'illustrée dans la section [Solin au-dessus des ouvertures à la page 25](#), s'adaptera à la nouvelle approche de détail avec l'isolation par l'extérieur. Cependant, il peut être nécessaire d'ajouter des détails supplémentaires à la membrane d'appui de fenêtre afin que l'eau puisse s'écouler de dessous la fenêtre à travers l'isolant extérieur potentiellement épais vers la cavité du pare-pluie ou l'extérieur. Il existe trois options de base pour le drainage de l'appui de fenêtre, comme le montre la [Figure 18](#).

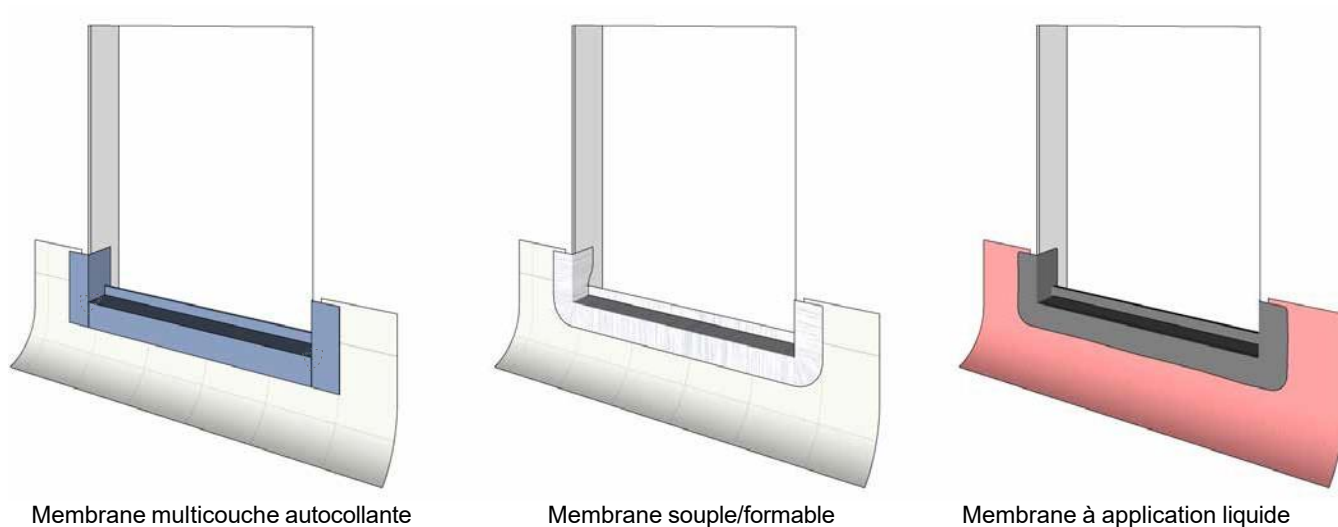


Figure 16 Exemples d'installation de la membrane d'appui de fenêtre au niveau de l'ouverture brute vertical .

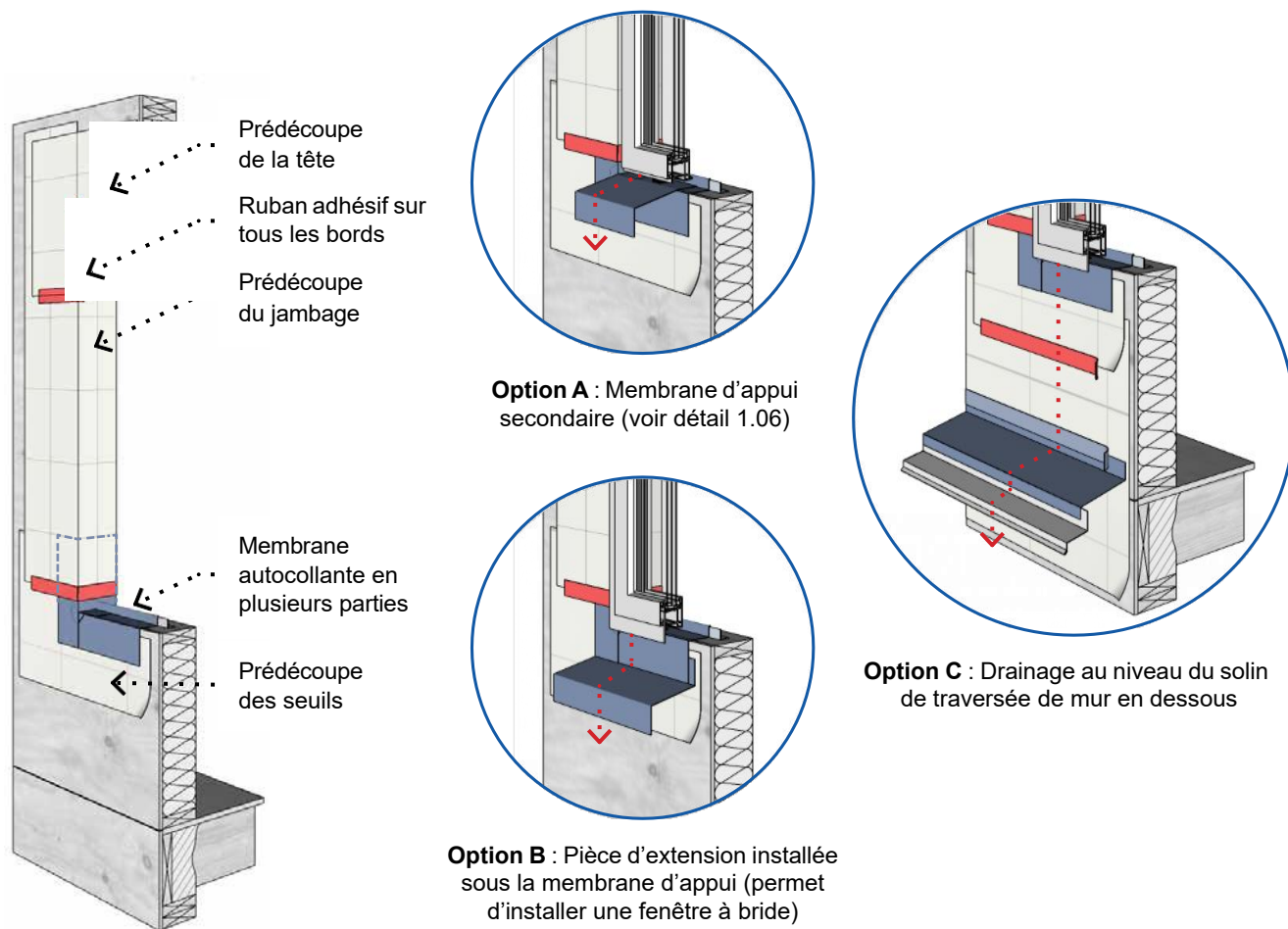


Figure 17 Installation de la membrane de l'ouverture brute de la fenêtre au niveau de l'appui, du montant et de la tête.

Figure 18 Options de drainage du seuil (l'isolation extérieure et le bardage ne sont pas représentés pour plus de clarté)

Fenêtres avec ou sans bride : Joint de périmètre et fixation

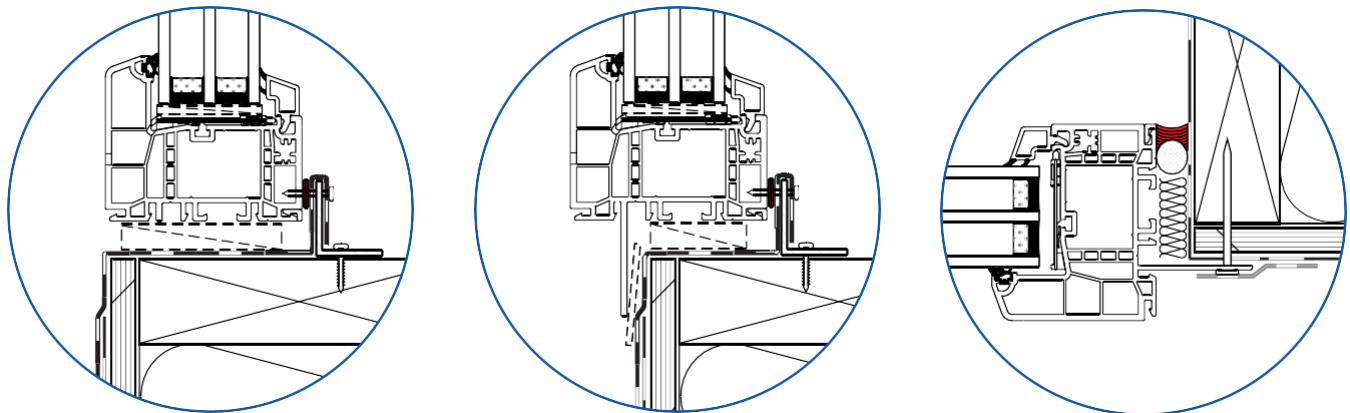
Joints d'étanchéité : L'approche de base pour l'étanchéité entre le cadre de la fenêtre et l'ouverture brute au niveau de l'appui de fenêtre consiste à utiliser une cornière métallique ou un bloc de bois, sur lequel est enroulée la membrane d'appui de manière à ce que l'arrière du cadre de la fenêtre puisse être placé dans un bourrelet d'étanchéité (voir [Figure 19](#)). La cornière d'appui offre une meilleure résistance à la pénétration de l'humidité car elle constitue un barrage arrière et élève l'emplacement du mastic utilisé pour l'étanchéité à l'air et à l'eau au-dessus de la surface de la membrane d'appui et à l'écart des sources potentielles d'humidité. Des baguettes d'appui et un cordon d'étanchéité sont utilisés au niveau du montant et de la tête.

Notez que selon la norme canadienne *CSA A440.4-19 : Installation des fenêtres, des portes et des puits de lumière*, si l'on n'utilise pas de cornière ou de bloc d'appui, la membrane d'appui doit être inclinée vers l'extérieur. Dans ce cas, l'étanchéité intérieure au niveau de l'appui de fenêtre est généralement assurée par une tige d'appui et un produit d'étanchéité. L'approche de base de l'appui de fenêtre présentée dans cette série de guides est une cornière d'appui en métal.

Quelle que soit l'approche de la fenêtre, l'étanchéité à l'air et à l'eau doit être transférée entre la fenêtre et la membrane de l'ouverture brute au niveau du **plan intérieur du cadre**, l'évacuation vers l'extérieur étant assurée au niveau de la membrane de l'appui. La même approche d'étanchéité est utilisée pour les fenêtres avec ou sans rebord.

La bande de revêtement sur le périmètre extérieur de la bride est facultative au niveau du montant et de la tête pour une protection supplémentaire contre l'eau, mais une voie de drainage doit toujours être maintenue au-delà de la bride de l'appui de fenêtre à l'aide de cales ou de fourrures (voir [Figure 19](#)).

Fixation : Les fenêtres peuvent être fixées de l'intérieur à l'aide d'agrafes et de la cornière d'appui, ou de l'extérieur à l'aide de fixations à travers la bride. Conformément à la norme *CSA A440.4-19*, la membrane d'appui ne doit pas comporter de pénétrations à travers sa surface de drainage horizontale.



Angle d'appui pour les fenêtres sans rebord (à l'appui seulement)

Angle d'appui pour fenêtre à rebord

Baguette d'appui et produit d'étanchéité pour le joint intérieur du montant et de la tête

Figure 19 Fenêtre options d'étanchéité à l'air et à l'eau de l'ouverture brute

Les détails des fenêtres fournis dans les [Détails de construction typiques à la page 32](#) sont basés sur les meilleures pratiques pour cet assemblage du mur. Consultez également la norme canadienne *CSA A440.4-19 : Installation des fenêtres, des portes et des lanterneaux* pour les exigences minimales du Code, y compris l'étanchéité et les solins, dans les bâtiments de la partie 9.

Solin au-dessus des ouvertures

Bien que la norme CSA A440.4-19 doive être prise en compte dans tous les détails des fenêtres, l'utilisation d'un isolant extérieur signifie que la quantité d'humidité susceptible d'atteindre le WRB est relativement faible. La face extérieure de l'isolant extérieur peut être considérée comme une surface secondaire d'évacuation de l'eau, de sorte que la plus grande partie de l'eau qui peut atteindre le bardage est probablement évacuée à partir de là. Par conséquent, cet assemblage peut permettre d'assouplir le nombre de solins de mur nécessaires, en particulier au-dessus des ouvertures telles que les fenêtres. Au lieu de faire passer la membrane de solin à travers l'isolant et jusqu'au WRB (voir [Figure 20](#) et [Figure 21](#)), le solin métallique peut simplement être installé sur la face de l'isolant ou même sur la face du lattage derrière le bardage, sans membrane de solin. Si nécessaire, un solin de tête secondaire peut être installé de manière à ce qu'il se termine sous la garniture/le solin de retour de tête. Voir les [Figure 22](#) et [Figure 23](#) ci-dessous. Cette approche simplifie l'ensemble des détails au niveau de la tête de fenêtre.

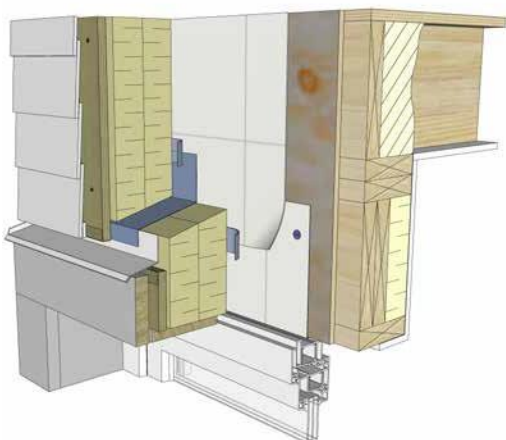


Figure 20 Solin de tête de fenêtre avec membrane de solin de traversée de mur collée.

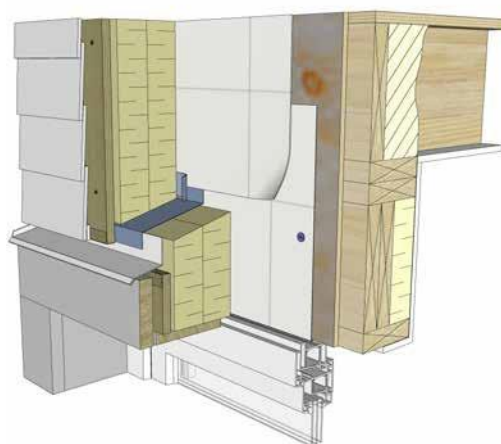


Figure 21 Solin de tête de fenêtre avec membrane de solin de traversée de mur posée sous la membrane principale.



Figure 22 Solin de tête de fenêtre installé sur la face avant de l'isolation extérieure avec solin secondaire installé directement au-dessus de la fenêtre.

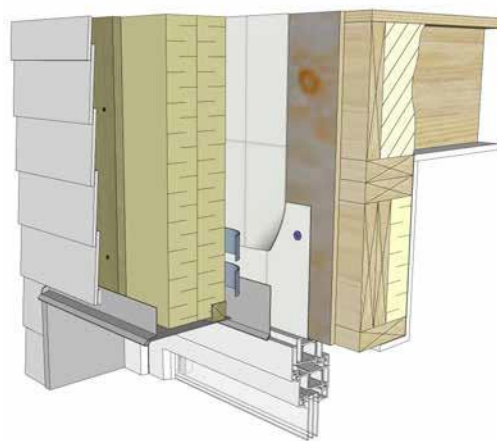


Figure 23 Solin de tête de fenêtre installé sur la face avant du lattage avec solin secondaire installé directement au-dessus de la fenêtre.

Exigences structurelles et tableaux de fixation

Les informations suivantes fournissent les exigences structurelles pour la fixation d'un lattage sur un isolant extérieur à l'aide de vis. Les tableaux sont organisés en fonction du poids du revêtement, les exigences en matière de fixation étant indiquées pour des épaisseurs d'isolant allant jusqu'à 8". Des illustrations de chaque aspect des exigences de fixation et d'installation du lattage sont présentées ci-dessous.

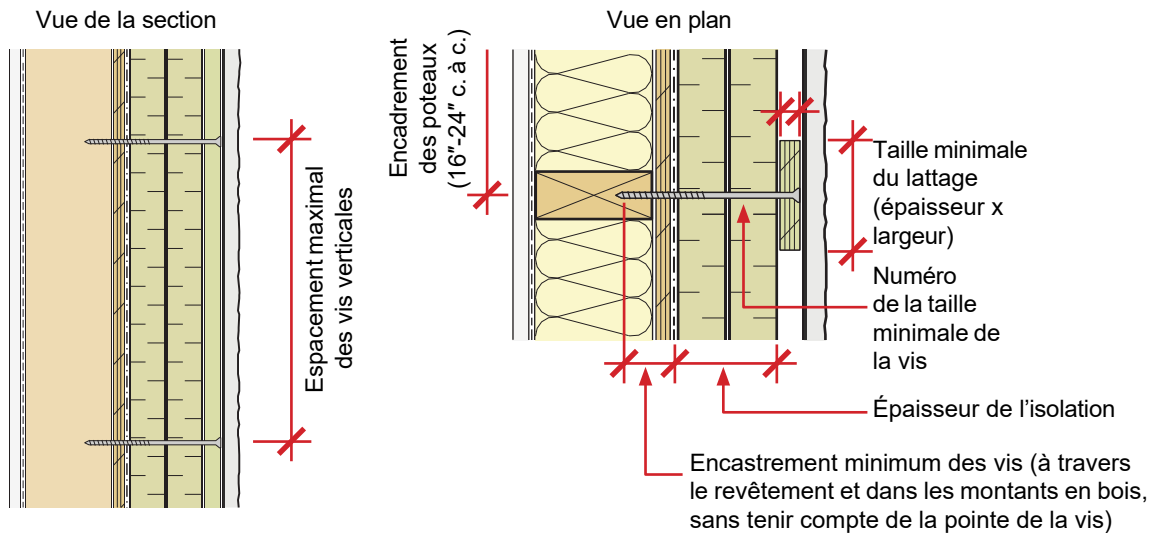
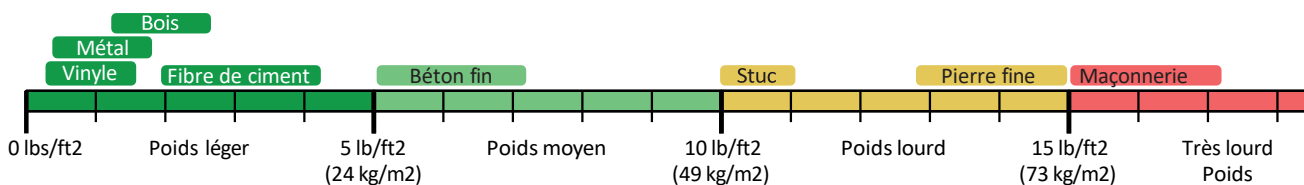


Figure 24 Aspects de la conception de l'installation de lattage et de fixation

Poids du revêtement

Les poids des bardages pour les besoins des calculs structurels inclus dans ce guide sont classés comme suit : **léger** (moins de 5 lb/pi², 24 kg/m²), **moyen** (de 5 à moins de 10 lb/pi², 24-49 kg/m²), **lourd** (de 10 à 15 lb/pi², 49-73 kg/m²) et **très lourd** (plus de 15 lb/pi², 73 kg/m²). Le poids approximatif et la catégorie de divers types de bardages courants sont indiqués ci-dessous. Le poids de chaque type de bardage varie en fonction de la marque et de la disposition du bardage. Il convient donc de déterminer le poids spécifique du bardage à partir des données techniques du produit afin de confirmer la catégorie dans laquelle il se trouve.



Revêtement en contreplaqué plus épais

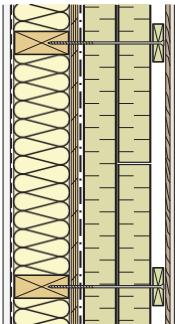
Notez que le revêtement en contreplaqué de 3/4" peut probablement servir de seul support de fixation à la place d'un revêtement en contreplaqué plus fin ou en OSB et des montants. L'utilisation d'un revêtement en contreplaqué plus épais peut simplifier l'installation du lattage, puisqu'il n'est pas nécessaire d'aligner les vis sur les montants. Les fabricants d'isolants rigides pour l'extérieur fournissent souvent des conseils détaillés sur les méthodes de fixation de l'isolant et du bardage.

Tableaux des fixations *

Propriétés structurelles supposées	
Laine minérale rigide résistance minimale à la compression	Résistance à la traction admissible des vis en acier inoxydable/galvanisé
439 psf (21 kPa) à 10 % de compression, test ASTM C165	60 000 psi (414 MPa)

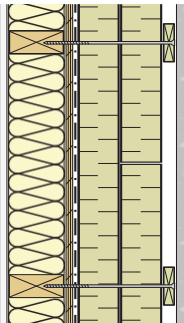
Exemple de produits de fixation à vis	
Fixations de toiture Trufast HD	Fixations GRK R4, RSS, RT
My-Ti-Con ASSY Eco	Heco-Topix
Vis à bois Simpson StrongDrive SDWS	SFS Intec Dekfast

Revêtement léger



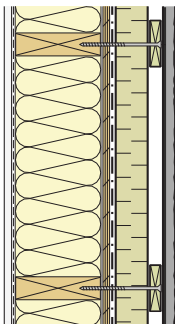
Exigences d'installation des fixations et des bandes - Bardage léger				
Épaisseur de l'isolation extérieure	Espacement maximal des vis verticales	Taille minimale des vis	Encastrement minimal de la vis	Taille minimale des lattes
Revêtement léger inférieur à 5 lb/pi ² - Encadrement de colombage de 16 po c. à c.				
1" à 2"	24"	#10	1-1/2"	3/4" × 2-1/2"
>q à 8"	16"			
Revêtement léger inférieur à 5 lb/pi ² - Encadrement de poteau de 24" c. à c.				
1" à 2" *	16"	#10	1-1/2"	3/4" × 3"
>2" à 8"	12"			

Revêtement de poids moyen



Exigences d'installation des fixations et des attaches - Revêtement de poids moyen				
Épaisseur de l'isolation extérieure	Espacement maximal des vis verticales	Taille minimale des vis	Encastrement minimal de la vis	Taille minimale des lattes
Revêtement de poids moyen Entre 5 lb/pi ² et 10 lb/pi ² - Encadrement de poteaux de 16 po c. à c.				
1" à 4"	16"	#12	1-1/2"	3/4" × 3"
>4" à 8"	12"			
Revêtement de poids moyen Entre 5 lb/pi ² et 10 lb/pi ² - Ossature à poteaux de 24 po c. à c.				
1" à 4"	12"	#12	1-1/2"	3/4" × 3"
>4" à 8"	8"			

Revêtement de poids lourd



Exigences d'installation des fixations et des attaches - Revêtement lourd				
Épaisseur de l'isolation extérieure	Espacement maximal des vis verticales	Taille minimale des vis	Encastrement minimal de la vis	Taille minimale des lattes
Revêtement lourd Entre 10 lb/pi ² et 15 lb/pi ² - Ossature de poteaux de 16 po c. à c.				
1" à 2"	16"	#14	1-1/2"	3/4" × 3"
>2" à 8"	12"			
Revêtement lourd Entre 10 lb/pi ² et 15 lb/pi ² - Encadrement de poteaux de 24 po c. à c.				
1" à 2"	16"	#14	1-1/2"	3/4" × 3"
>2" à 4"	12"			
>4" à 8"	8"			

*Les valeurs fournies dans les tableaux ci-dessus ne concernent que les assemblages du mur à ossature bois des bâtiments de moins de trois étages.

Systèmes d'étanchéité à l'air

Le système d'étanchéité à l'air des murs est l'un des plans d'étanchéité les plus importants de l'assemblage. Les systèmes d'étanchéité à l'air extérieurs peuvent être réalisés par étapes d'installation et de détail les plus simples.

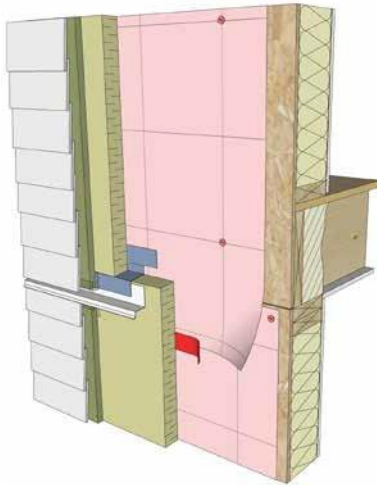


Figure 25 Membrane de revêtement étanche fixée mécaniquement, avec tous les bords du matériau étanche à l'air recouverts d'un ruban adhésif.

Membrane de revêtement à fixation mécanique

Les systèmes à fixation mécanique utilisent une membrane de revêtement étanche à l'air, également appelée « house wrap », fixée au revêtement extérieur à l'aide de fixations et de rondelles. Les **joints, les pénétrations et les chevauchements sont rendus étanches à l'air à l'aide de mastic, de ruban adhésif et de bandes de membrane de revêtement autocollantes**. Il faut veiller à ce que la membrane de revêtement soit correctement fixée au bâtiment pendant la construction et à ce qu'elle soit soutenue par un lattage ou un bardage afin d'éviter tout dommage.

Cette approche de barrière d'air est la principale approche de barrière d'air montrée dans les [Détails de construction typiques à la page 32](#).

Notez que la membrane de revêtement est également utilisée comme barrière d'étanchéité à l'eau et qu'elle doit être installée et détaillée comme telle.

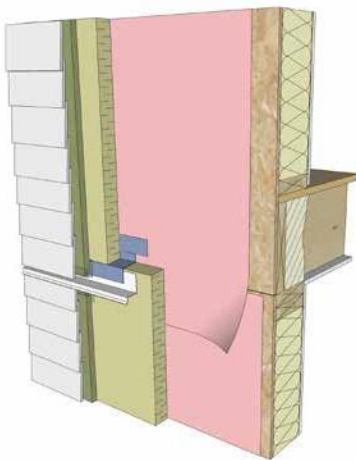


Figure 26 Membrane de revêtement autocollante perméable à la vapeur, dont tous les bords sont entièrement collés à elle-même et au support pour créer une couche étanche à l'air.

Membrane auto-adhésive perméable à la vapeur d'eau

Les membranes de revêtement autocollantes reposent sur l'adhérence au support ainsi que sur l'adhérence au niveau des chevauchements de la membrane. La membrane doit être installée de manière à adhérer complètement au support lors de la pose initiale. La membrane doit également être posée sur un support sec approprié qui assure un soutien continu.

Il est essentiel d'utiliser une membrane perméable à la vapeur pour ne pas piéger l'humidité dans la cavité murale. Les matériaux avec une perméance supérieure à $60 \text{ ng/s}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Pa}$ sont vus comme perméables selon la section 9.25 du CNB (et versions provinciales/locales), et une perméance plus élevée est préférable.

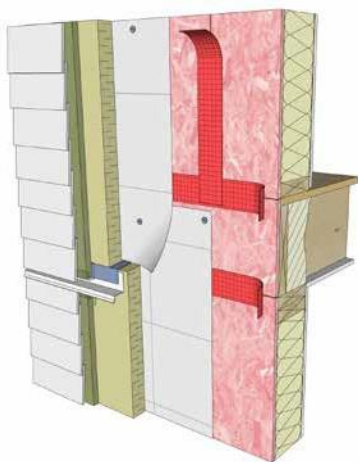


Figure 27 Approche du pare-air par revêtement intermédiaire scellé

Approche du revêtement intermédiaire étanche

Le revêtement intermédiaire, lorsqu'il est scellé aux joints et aux interfaces, peut également servir d'élément principal du pare-air. Cette approche consiste à utiliser le revêtement intermédiaire avec un produit d'étanchéité, une membrane de revêtement appliquée à l'état liquide, des bandes de membrane ou un ruban de revêtement pour créer un pare-air continu au niveau des joints du revêtement.

Notez que l'on utilise un ruban de haute performance qui adhère bien au revêtement en bois, et non les rubans de revêtement typiques utilisés avec les membranes synthétiques ou le polyéthylène intérieur.

Une membrane de revêtement est souvent nécessaire pour assurer la barrière d'étanchéité à l'eau, à moins qu'un rev. Interm. étanche à l'eau de marque déposée ne soit utilisé et que des détails appropriés ne soient mis en œuvre.

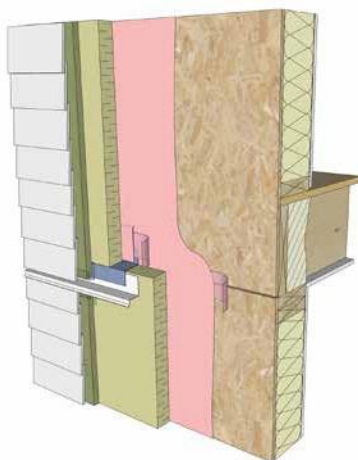


Figure 28 Membrane d'étanchéité à l'air appliquée par voie liquide

Membrane à application liquide

Bien que moins courantes, les membranes extérieures appliquées à l'aide d'un liquide présentent de nombreux avantages par rapport aux membranes autocollantes et sont particulièrement utiles pour la réalisation de détails complexes. Les membranes d'application liquide dépendent d'un substrat de soutien pour fournir un support continu afin d'obtenir une barrière étanche à l'air. Les joints requièrent généralement des détails spécifiques et intègrent souvent une armature de membrane. Ces systèmes sont généralement achetés en tant que systèmes propriétaires complets, comprenant le matériau de préparation de la surface et l'apprêt, les produits d'exécution et le treillis d'armature. La membrane est appliquée au rouleau ou par pulvérisation. Notez que le support et les conditions météorologiques peuvent avoir un impact significatif sur le temps de séchage et l'adhérence. Les instructions du fabricant doivent être suivies à la lettre.

Les membranes appliquées par voie liquide sont généralement utilisées comme barrière étanche et doivent être considérées et installées en tant que telles.

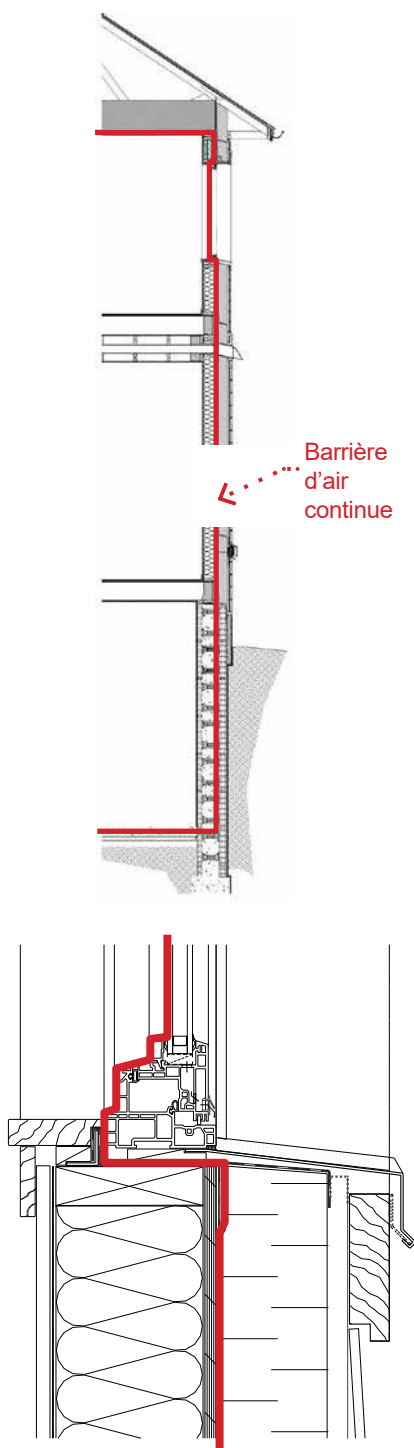


Figure 29 Exemple de lignes de continuité du pare-air dans toute l'enveloppe du bâtiment, y compris tous les détails de transition.

Détail de jonctions pare-air

L'aspect le plus important de la conception d'une enveloppe étanche à l'air est le détail des interfaces et des pénétrations, car c'est là que les discontinuités sont les plus susceptibles de se produire. Bien que les matériaux et composants individuels du pare-air assurent le contrôle du mouvement de l'air pour chaque assemblage individuel, la façon et l'endroit où chaque assemblage se croise et la continuité du pare-air à travers ces joints doivent être au centre du travail de détail. Que ce soit à la base du mur, aux fenêtres, aux pénétrations de service, à l'interface entre le toit et le mur ou à d'innombrables autres endroits, les détails doivent fournir une indication claire de la continuité du pare-air à travers l'enveloppe du bâtiment.

Une technique pour concevoir les meilleures pratiques et assurer la continuité du pare-air est de tracer une ligne continue autour de l'espace clos. Cela identifie le pare-air sur les plans, sections et détails du bâtiment. La ligne doit faire un tour complet sans discontinuité. Tracer la barrière d'air doit être possible sans lever le stylo. Le même principe s'applique aux dessins de détails individuels. Un détail doit être préparé pour chaque point d'interface du pare-air, montrant comment la continuité est maintenue. Évaluer ces transitions et collaborer avec les corps de métier concernés permettra d'identifier les problèmes de constructibilité ou de séquençage, et de voir si une révision des détails est nécessaire.

Les assemblages avec plans d'étanchéité intérieurs, en particulier, doivent tenir compte de toutes les interruptions et interfaces potentielles au niveau de la face intérieure du bâtiment. Les détails pour ces endroits doivent inclure tous les composants et produits nécessaires, ainsi que les mesures d'installation de base, pour fournir une barrière d'air continue à travers tous les éléments de l'assemblage. Voir les [Détails de construction typiques à la page 32](#).

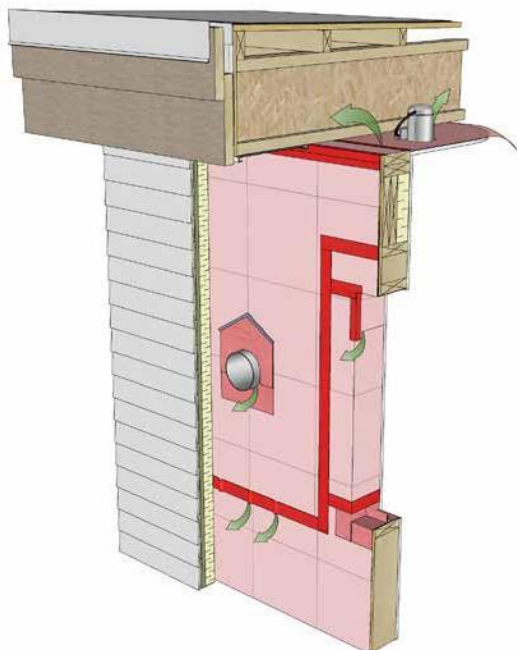


Figure 30 Défauts courants de la membrane de revêtement et du pare-air du plafond.



Figure 31 Exemple de panneau d'étanchéité à l'air

Défauts et défis courants en matière de barrière pare-air

Les déficiences courantes et les zones difficiles pour l'installation du pare-air extérieur peuvent se produire à tous les niveaux du système de pare-air. L'intégrité du pare-air dépend de la qualité et de la précision du travail d'installation. Voici quelques déficiences courantes du système d'étanchéité à l'air et les endroits susceptibles de présenter des déficiences :

- › Pénétrations structurelles et de service à l'aide de mastic et de membranes
- › Recouvrements de membrane ridés, en gueule de poisson ou incomplets
- › Interfaces entre le toit et le mur et autres interfaces avec divers matériaux de transition
- › Pénétrations entre le toit et le plafond
- › Étanchéité de la membrane et du périmètre de la fenêtre
- › Transitions entre le niveau du sol et en sous-sol
- › Formes complexes des bâtiments et enveloppes du bâtiment, telles que les murs à ailettes et les saillies
- › Installation tardive des pénétrations de service, après l'installation de l'isolation ou du bardage, et impossibilité de réaliser les détails adéquats

Ces déficiences peuvent être évitées en utilisant des détails complets au stade de la conception et en appliquant des mesures appropriées de contrôle et d'assurance de la qualité pendant la construction.

Le contrôle de la qualité de l'installation du pare-air sur le site est un processus complexe. Il est d'une importance fondamentale pour la réalisation d'un bâtiment étanche à l'air et nécessite une supervision importante. Le constructeur est responsable en dernier ressort de l'installation et de l'achèvement de tous les aspects du système.

Une méthode pour réduire ce risque est de nommer un « responsable de l'air », membre de l'équipe de construction chargé de l'étanchéité à l'air. Il doit être formé et connaître les techniques d'étanchéité à l'air et les systèmes spécifiques du projet. Pour plus d'informations sur un système d'étanchéité performant, voir le Guide illustré - *Achieving Airtight Buildings* publié par BC Housing.

Détails de construction typiques

Les exemples de détails présentés dans les pages suivantes ont pour but d'établir un niveau de détail commun pour l'assemblage du mur #1 du LEEP ENZ. Chaque guide de cette série contient un ensemble similaire de détails pour leur assemblage respectif.

Utilisation de ces guides

Les constructeurs sont invités à reproduire ou à modifier ces détails, dans le cadre des lignes directrices fournies, afin d'obtenir les performances souhaitées. Il peut s'agir de la norme Énergie nette zéro (ENZ) ou d'autres normes de haute performance pour les constructions légères à ossature en bois. Nous reconnaissons qu'il existe une multitude d'assemblages du mur à haute performance. Toutefois, dans le cadre des initiatives régionales du LEEP, les groupes de constructeurs ont demandé à plusieurs reprises de se concentrer sur ces murs. Les LEEP a collaboré avec des experts en science du bâtiment pour évaluer ces assemblages du mur génériques en fonction de nombreux facteurs, notamment les conditions climatiques régionales, les pratiques de construction et les codes de construction locaux. Ces guides fournissent des critères et des données qui aideront les constructeurs à déterminer quel type d'assemblage du mur à haute performance est le mieux adapté à leurs besoins.

Les détails de construction suivants illustrent les stratégies de transition pour la continuité du pare-air, du pare-eau et de l'isolant. Les annotations et la légende de chaque exemple de détail contiennent des icônes rouges « AB » et « AB/ WRB » pour indiquer les divers éléments du pare-air et, le cas échéant, de la barrière d'étanchéité à l'eau présents. Notez que ces images sont fournies en tant que « détails typiques » pour illustrer les meilleures pratiques améliorées.

Cela comprend, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- › La modification ou la création de détails supplémentaires, si nécessaire, pour prendre en compte tous les éléments d'un projet spécifique.
- › La sélection des types de revêtement extérieur et des systèmes de finition en réponse aux exigences de la conception, y compris les détails relatifs à la gestion de l'eau et à la fixation.
- › La coordination de l'assemblage des murs avec l'ensemble des systèmes et composants spécifiques au projet, tels que le système structurel, la gestion de l'eau, les systèmes mécaniques et électriques, ainsi que les considérations relatives à la sécurité incendie et à la sécurité des personnes.
- › Les spécifications, la certification ou l'inspection requises par les autorités compétentes.

Les équipes inexpérimentées doivent s'entraîner à l'installation des assemblages et à la réalisation des détails en construisant des maquettes grandeur nature sur le site, qui peuvent également être utilisées pour l'enseignement et le contrôle de la qualité (voir également la [Liste de contrôle du constructeur pour la construction de murs à zéro émission à la page 44](#)).

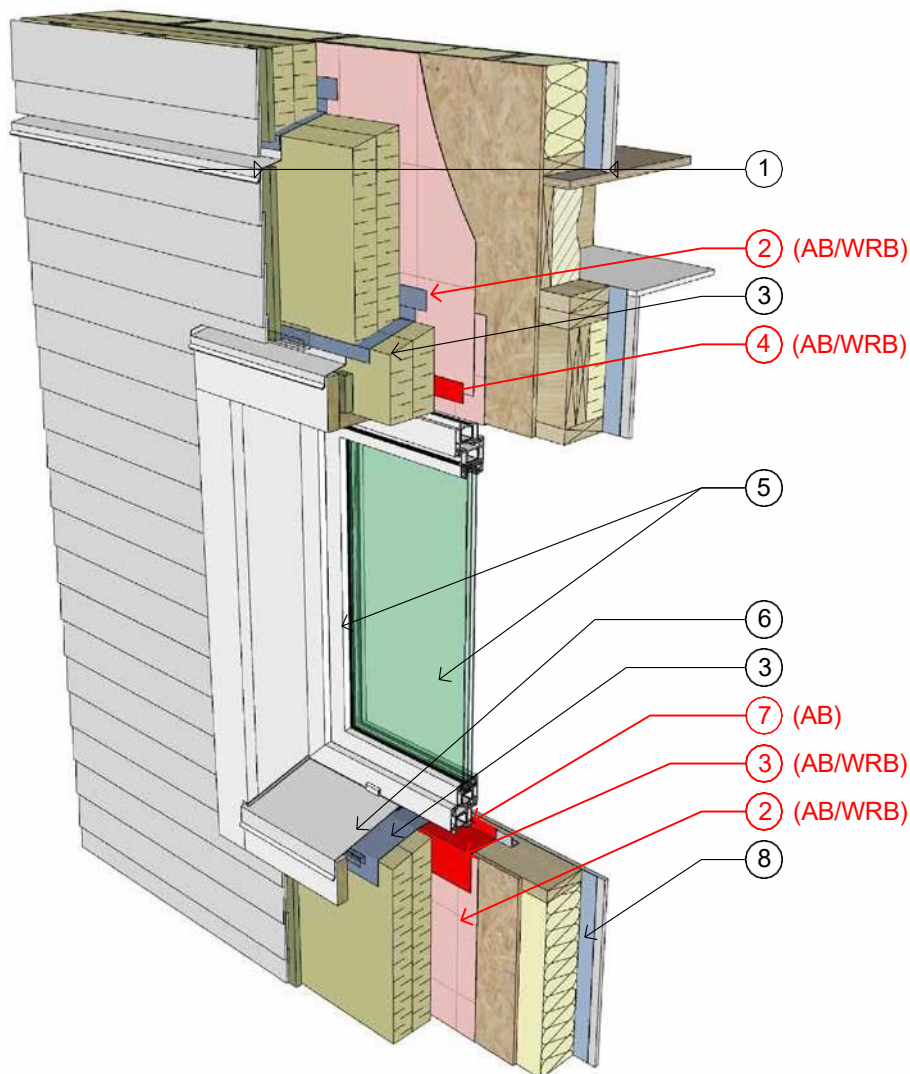
Chaque projet unique nécessitera l'élaboration de détails et de documents de construction spécifiques pour tenir compte des diverses conditions rencontrées dans chaque bâtiment et de la capacité des professionnels locaux de la construction. En outre, chaque constructeur doit assurer le contrôle de la qualité et assumer la responsabilité des travaux qu'il réalise. Des informations techniques et une formation fiables sont essentielles à votre réussite. Nous recommandons aux constructeurs de tirer parti des guides techniques et des possibilités de formation offerts par des sources crédibles et de partager cette formation avec tous les membres de votre équipe. Travaillez avec votre association locale de constructeurs d'habitations pour obtenir plus d'informations et renforcer les capacités locales

Pour plus d'informations et d'exemples d'assemblages du mur à consommation énergétique nette zéro, veuillez consulter les ressources supplémentaires suivantes :

- › Guide du constructeur pour le code énergétique de la Colombie-Britannique, BC Housing
- › Guide de conception des enveloppes du bâtiment, BC Housing
- › Guide sur la conception d'enveloppes de bâtiment éconergétiques pour les immeubles résidentiels à logements multiples à ossature de bois, FP Innovations, BC Housing, et le Conseil canadien du bois
- › Guide illustré sur les murs efficaces R22+ dans les constructions à ossature bois en Colombie-Britannique, BC Housing

List of Construction Details

Detail 1.01	Aperçu de la coupe de mur et matériaux	34
Detail 1.02	Détails de la coupe de mur Wayfinder	35
Detail 1.03	Base du mur de la fondation	36
Detail 1.04	Transition du bardage à la ligne de plancher	37
Detail 1.05	Interface mur et toit	38
Detail 1.06	Appui de fenêtre	39
Detail 1.07	Montant de fenêtre	40
Detail 1.08	Tête de fenêtre	41
Detail 1.09	Pénétration du mur au niveau du conduit - Section.	42
Detail 1.10	Pénétration du mur au niveau du réceptacle - Section	43



LÉGENDE

- ① Assemblage du mur, voir les détails de l'isolation divisée
- ② Perméable à la vapeur et fixé mécaniquement membrane de revêtement (AB/WRB)
- ③ Membrane autocollante (AB/WRB)
- ④ Joint de ruban (AB/WRB)
- ⑤ Fenêtre, voir détails 1.06 à 1.08 pour l'installation
- ⑥ Solin métallique préfini
- ⑦ Joint d'étanchéité pour le périmètre de la fenêtre (AB)
- ⑧ Couche de contrôle de la vapeur

NOTE

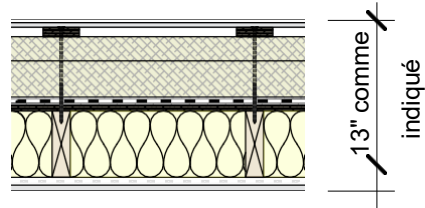
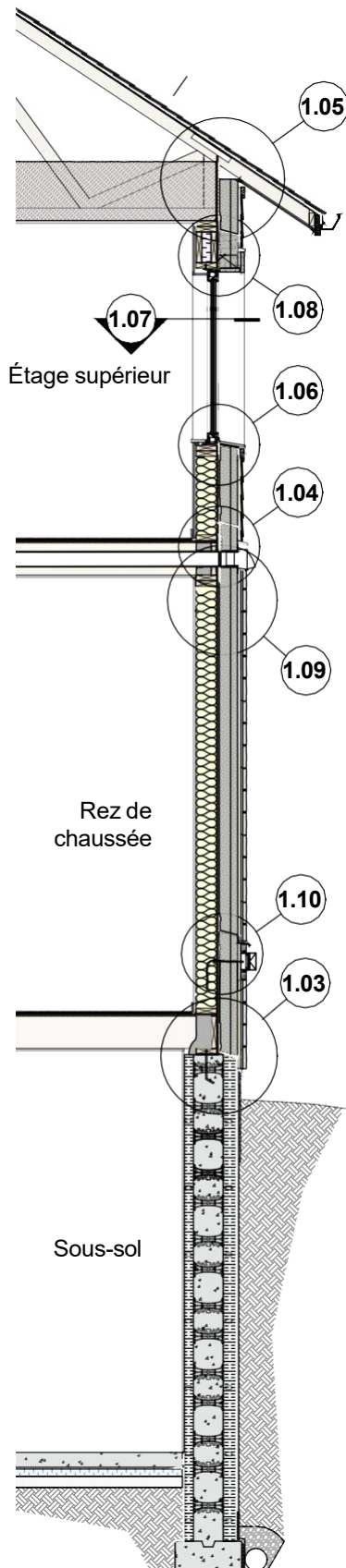
Reportez-vous à l'Annexe A pour connaître les produits recommandés.

ABBREVIATIONS

AB	→	Barrière d'air
WRB	→	Barrière résistante à l'eau
VB	→	Pare-vapeur
VP	→	Perméable à la vapeur
XPS	→	Polystyrène extrudé

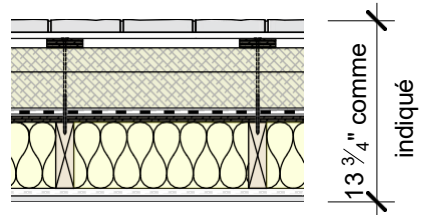
APERÇU DE LA COUPE DE MUR ET MATÉRIAUX | D1.01

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau



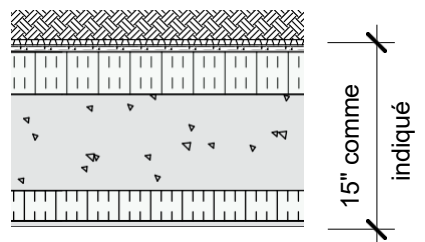
Assemblages du mur au placage de pierre mince

- Bardage à clin en fibres-ciment ($\frac{3}{8}$ ")
- Lattes en bois traité sous pression / cavité d'air ($\frac{3}{4}$ ")
- Isolation extérieure rigide en laine minérale (5" illustré)
- membrane de revêtement perméable à la vapeur (AB/WRB)
- Panneau de revêtement intermédiaire ($\frac{1}{2}$ ")
- Encadrement en bois 2x6 (5 " $\frac{1}{2}$)
- Isolation en matelas
- Couche de contrôle de la vapeur
- Plaques de plâtre intérieures ($\frac{1}{2}$ ")



Assemblages du mur au placage de pierre mince

- Assemblages de placages de pierres minces avec couche de base en stuc, lattes métalliques et panneaux d'appui ($1 \frac{1}{2}$ ")
- Lattes en bois traité sous pression / cavité d'air ($\frac{4}{3}$ ")
- Isolation extérieure rigide en laine minérale (5" illustré)
- membrane de revêtement perméable à la vapeur (AB/WRB)
- Panneau de revêtement intermédiaire ($\frac{1}{2}$ ")
- Encadrement en bois 2x6 (5 " $\frac{1}{2}$)
- Couche de contrôle de la vapeur
- Plaques de plâtre intérieures ($\frac{1}{2}$ ")

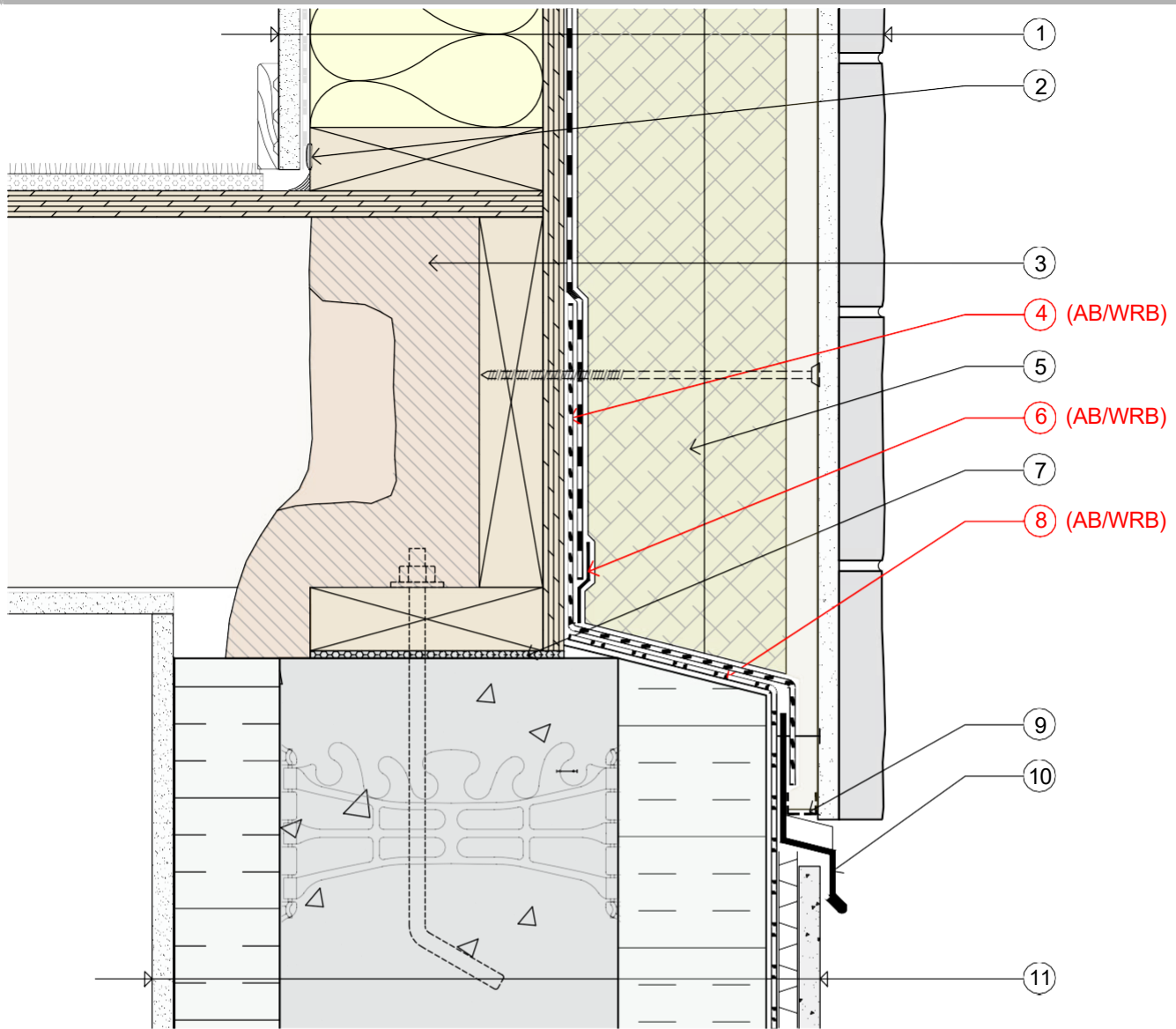


Assemblage du mur en coffrage isolant sous le niveau du sol

- Panneau de béton (au-dessus du sol)
- Sol extérieur ou sol (sous le niveau du sol)
- Tapis de drainage en plastique avec tissu filtrant intégré ($\frac{1}{2}$ ")
- Membrane d'étanchéité sous le niveau du sol (AB/WRB)
- Mur ICF (14" illustré)
- Plaques de plâtre intérieures ($\frac{1}{2}$ ")

COUPE DE MUR ET ASSEMBLAGES | D1.02

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

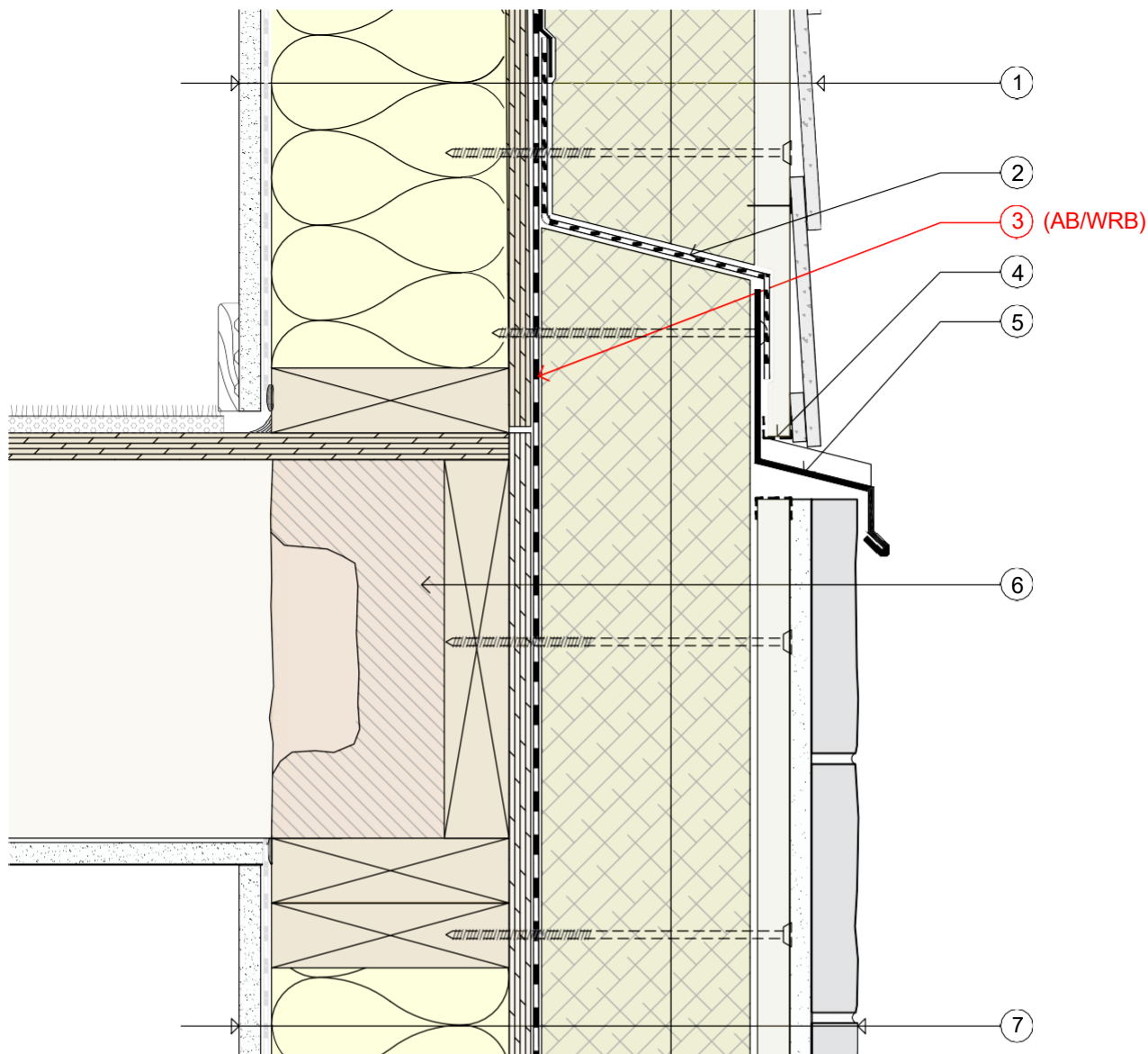


LÉGENDE

- | | |
|---|--|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assemblages de placages de pierres minces avec couche de base en stuc, lattis métallique et panneau d'appui • Couvre-joints en bois traité sous pression / cavité d'air avec blocage aux emplacements des fixations sur les poteaux et entretoises en mousse entre les poteaux. • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures <p>② Scellant</p> <p>③ Isolation continue en mousse de polyuréthane pulvérisée</p> | <p>④ Membrane autocollante (AB/WRB)</p> <p>⑤ Isolation extérieure en laine minérale rigide</p> <p>⑥ Joint de bande (AB/WRB)</p> <p>⑦ Joint en mousse</p> <p>⑧ Membrane d'étanchéité sous le niveau du (AB/WRB)</p> <p>⑨ Moustiquaire</p> <p>⑩ Solin métallique préfini</p> <p>⑪ Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Panneau de béton • Tapis de drainage en plastique avec tissu filtrant intégré • Membrane d'étanchéité sous le niveau du sol (AB/WRB) • Mur ICF • Plaques de plâtre intérieures |
|---|--|

BASE DU MUR DE LA FONDATION | D1.03

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

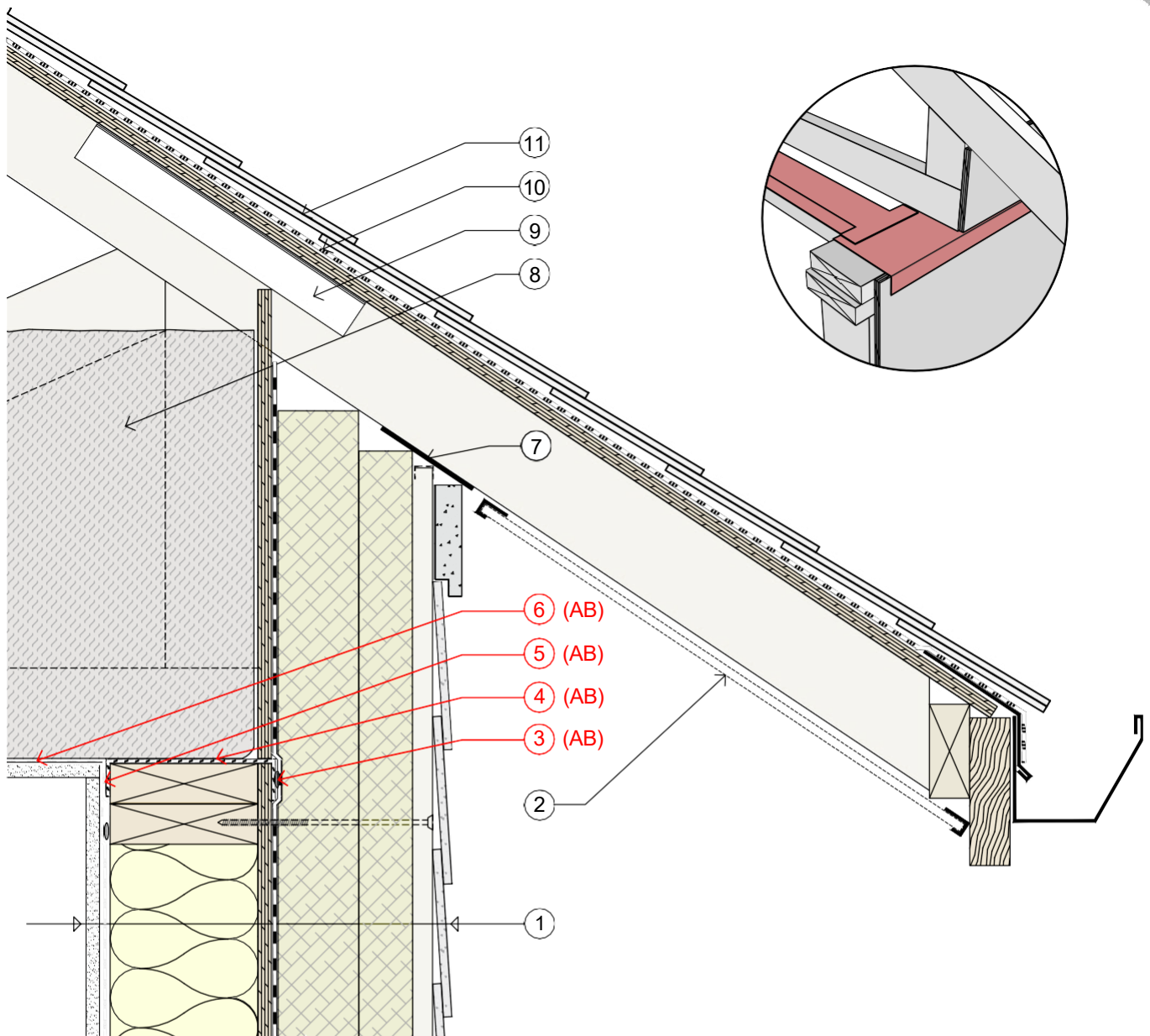


LÉGENDE

- | | |
|---|---|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bardage en panneaux de fibres-ciment • Bois traité sous pression, lattes / cavité d'air • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures <p>② Membrane autocollante</p> <p>③ Membrane de revêtement VP (AB/WRB)</p> <p>④ Moustiquaire</p> | <p>⑤ Solin métallique préfini</p> <p>⑥ Isolation continue en mousse de polyuréthane pulvérisée</p> <p>⑦ Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assemblages de placages de pierres minces avec couche de base en stuc, lattis métallique et panneau d'appui • Couvre-joints en bois traité sous pression / cavité d'air avec blocage aux emplacements des fixations sur les poteaux et entretoises en mousse entre les poteaux. • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures |
|---|---|

TRANSITION DU BARDAGE À LA LIGNE DE PLANCHER | D1.04

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

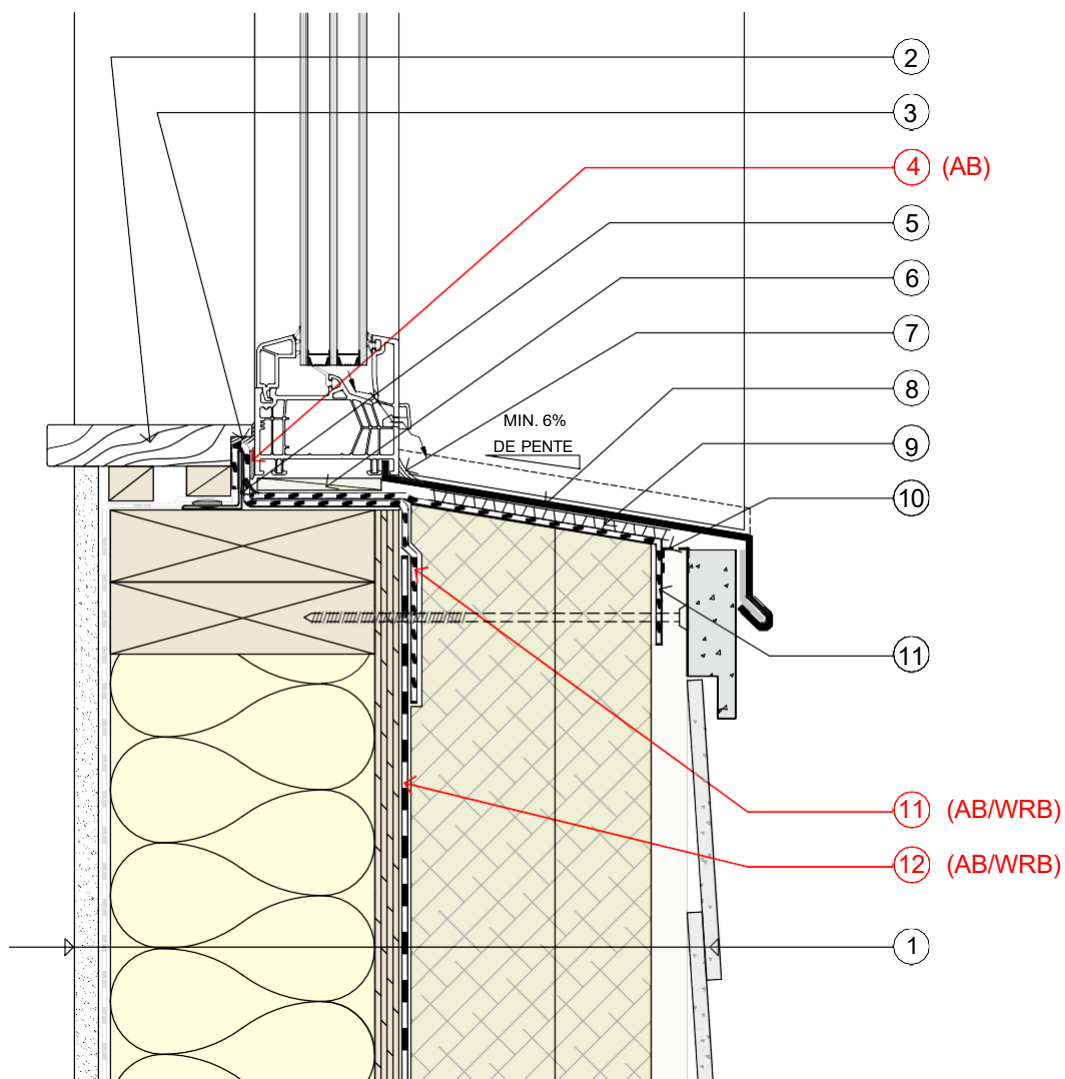


LÉGENDE

- | | |
|---|--|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bardage en panneaux de fibres-ciment • Bois traité sous pression, lattes / cavité d'air • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures <p>② Panneau de soffite perforé</p> <p>③ Joint d'étanchéité continu sur la membrane auto-adhésive (AB)</p> | <p>④ Membrane autocollante continue sur toutes les plaques supérieures (AB)</p> <p>⑤ Joint d'étanchéité continu au niveau du plafond poly (AB)</p> <p>⑥ Plafond poly (AB)</p> <p>⑦ Solin de fermeture d'écran pare-pluie en métal</p> <p>⑧ Isolation en cellulose</p> <p>⑨ Arrêt de l'évent et de l'isolation</p> <p>⑩ Écran de sous-toiture, y compris la protection de</p> <p>⑪ l'avant-toit Bardeaux de toiture</p> |
|---|--|

INTERFACE MUR ET TOITURE | D1.05

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

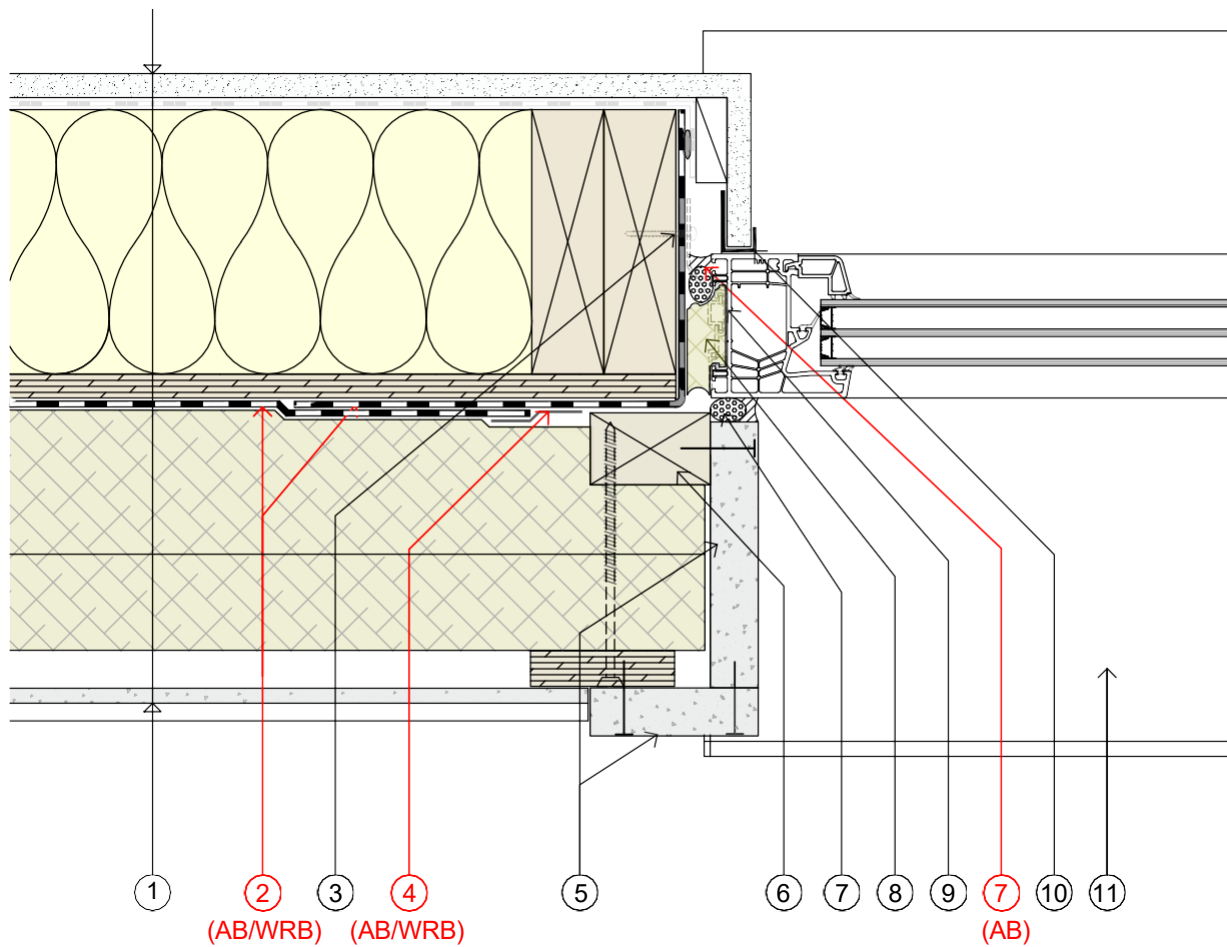


LÉGENDE

- | | |
|--|--|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bardage en panneaux de fibres-ciment • Bois traité sous pression, lattes / cavité d'air • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures <p>② Garniture de seuil de fenêtre intérieure</p> <p>③ Scellant intérieur</p> | <p>④ Scellant continu (AB)</p> <p>⑤ Angle continu</p> <p>⑥ Cales intermittentes</p> <p>⑦ Scellant continu</p> <p>⑧ Solin métallique préfini avec taquet de fixation</p> <p>⑨ Tapis de drainage</p> <p>⑩ Moustiquaire</p> <p>⑪ Membrane autocollante (AB/WRB)</p> <p>⑫ Membrane de revêtement VP (AB/WRB)</p> |
|--|--|

APPUI DE FENÊTRE | D1.06

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

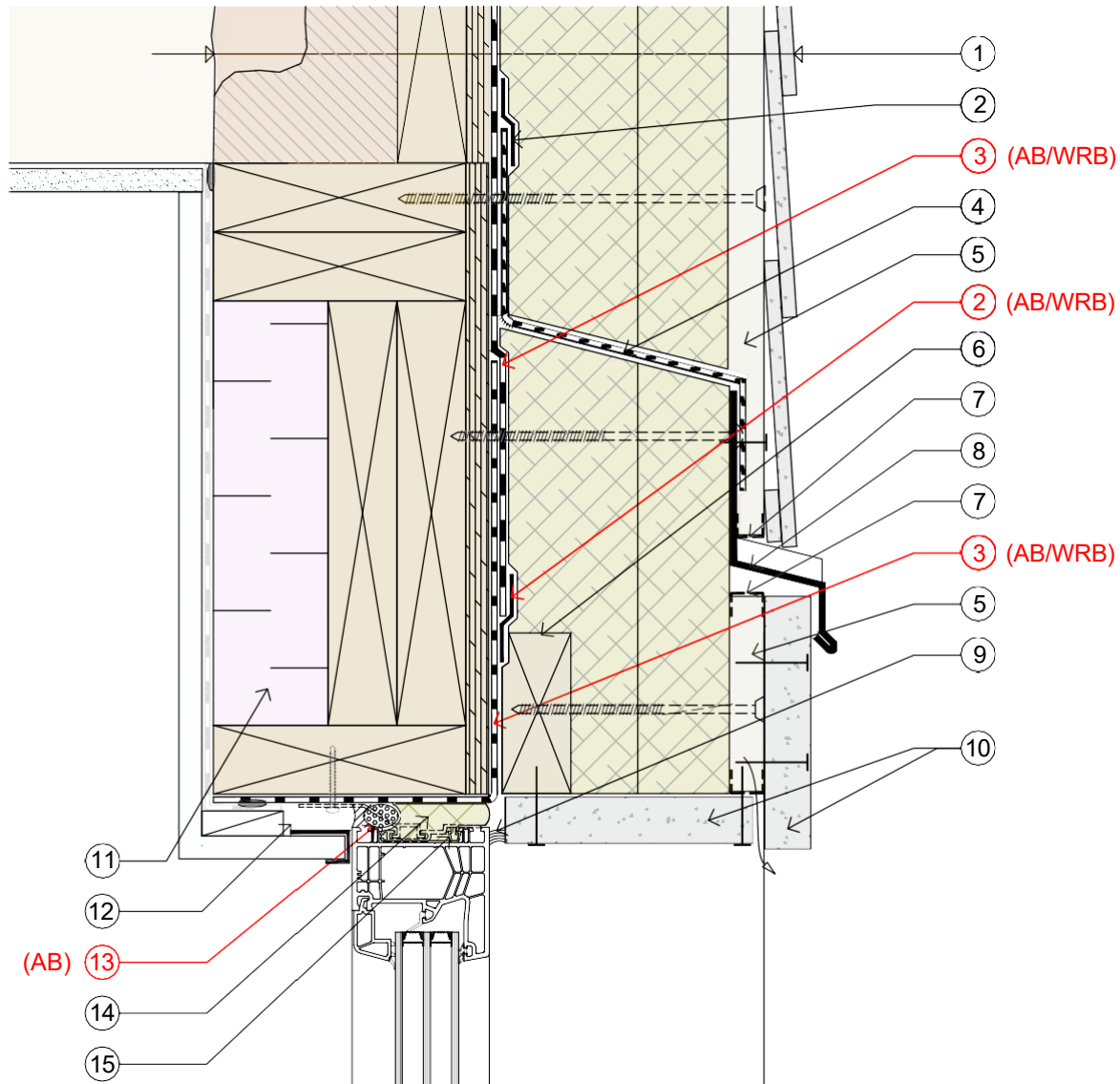


LÉGENDE

- | | |
|--|--|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bardage en panneaux de fibres-ciment • Bois traité sous pression, lattes / cavité d'air • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures <p>② Membrane de revêtement VP (AB/WRB)</p> <p>③ Scellant</p> | <p>④ Joint de bande (AB/WRB)</p> <p>⑤ Garniture extérieure</p> <p>⑥ Blocage du bois traité sous pression</p> <p>⑦ Tige d'appui et mastic d'étanchéité (AB)</p> <p>⑧ Isolation</p> <p>⑨ Clip de fixation intermittente et attache</p> <p>⑩ J trim</p> <p>⑪ Solin métallique préfini</p> |
|--|--|

MONTANT DE FENÊTRE | D1.07

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

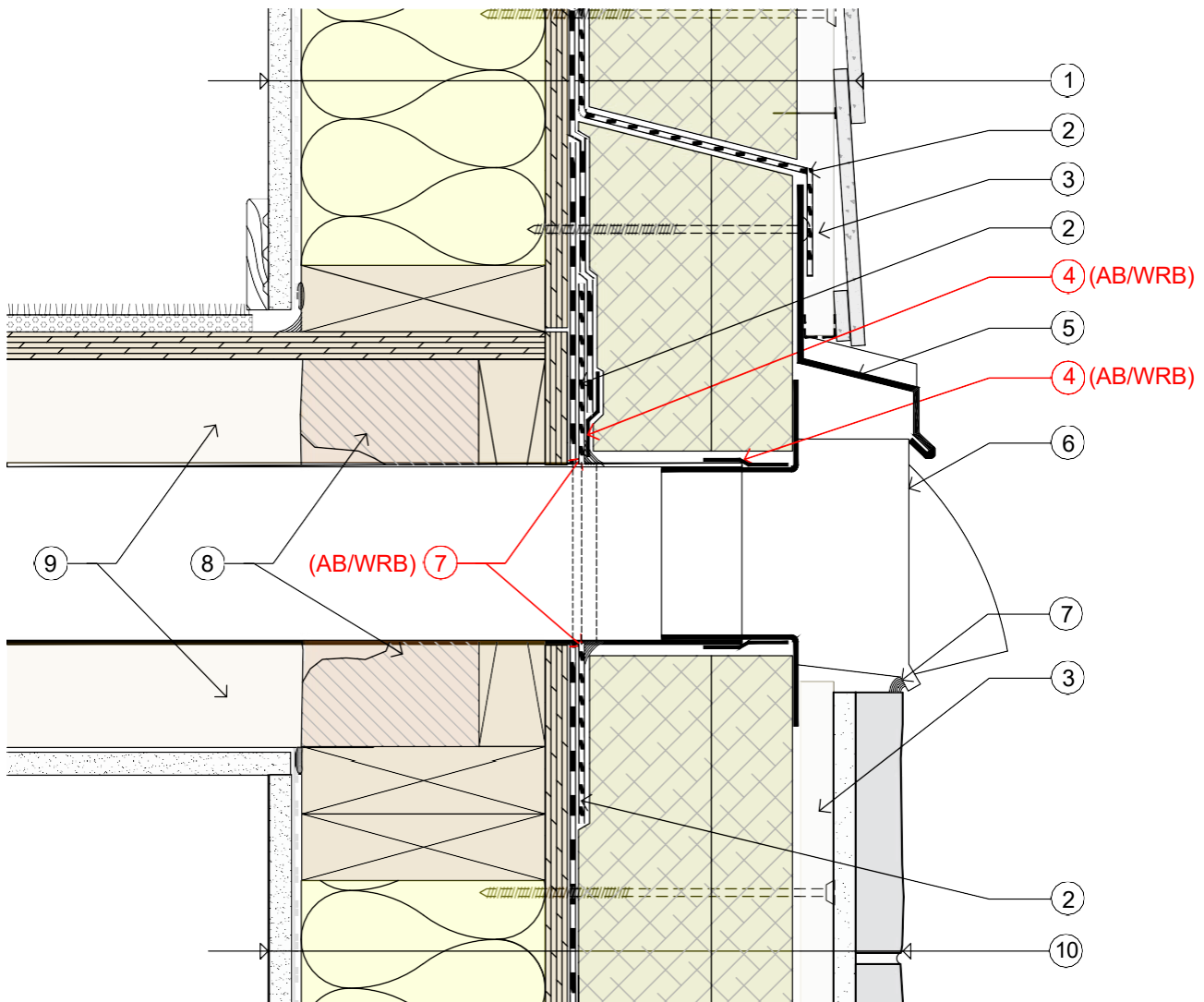


LÉGENDE

- | | |
|--|---|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bardage en panneaux de fibres-ciment • Bois traité sous pression, lattes / cavité d'air • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures <p>② Joint de bande (AB/WRB)</p> <p>③ Membrane de revêtement VP (AB/WRB)</p> <p>④ Membrane autocollante</p> <p>⑤ Bois traité sous pression, cerclage / cavité d'air</p> | <p>⑥ Blocage intermittent de 2x4 traités sous pression</p> <p>⑦ Moustiquaire en haut et en bas</p> <p>⑧ Solin métallique préfini</p> <p>⑨ Scellant</p> <p>⑩ Garniture extérieure</p> <p>⑪ Isolation XPS</p> <p>⑫ J trim</p> <p>⑬ Tige d'appui et mastic d'étanchéité (AB)</p> <p>⑭ Isolation</p> <p>⑮ Clip de fixation intermittente et attache</p> |
|--|---|

TÊTE DE FENÊTRE | D1.08

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

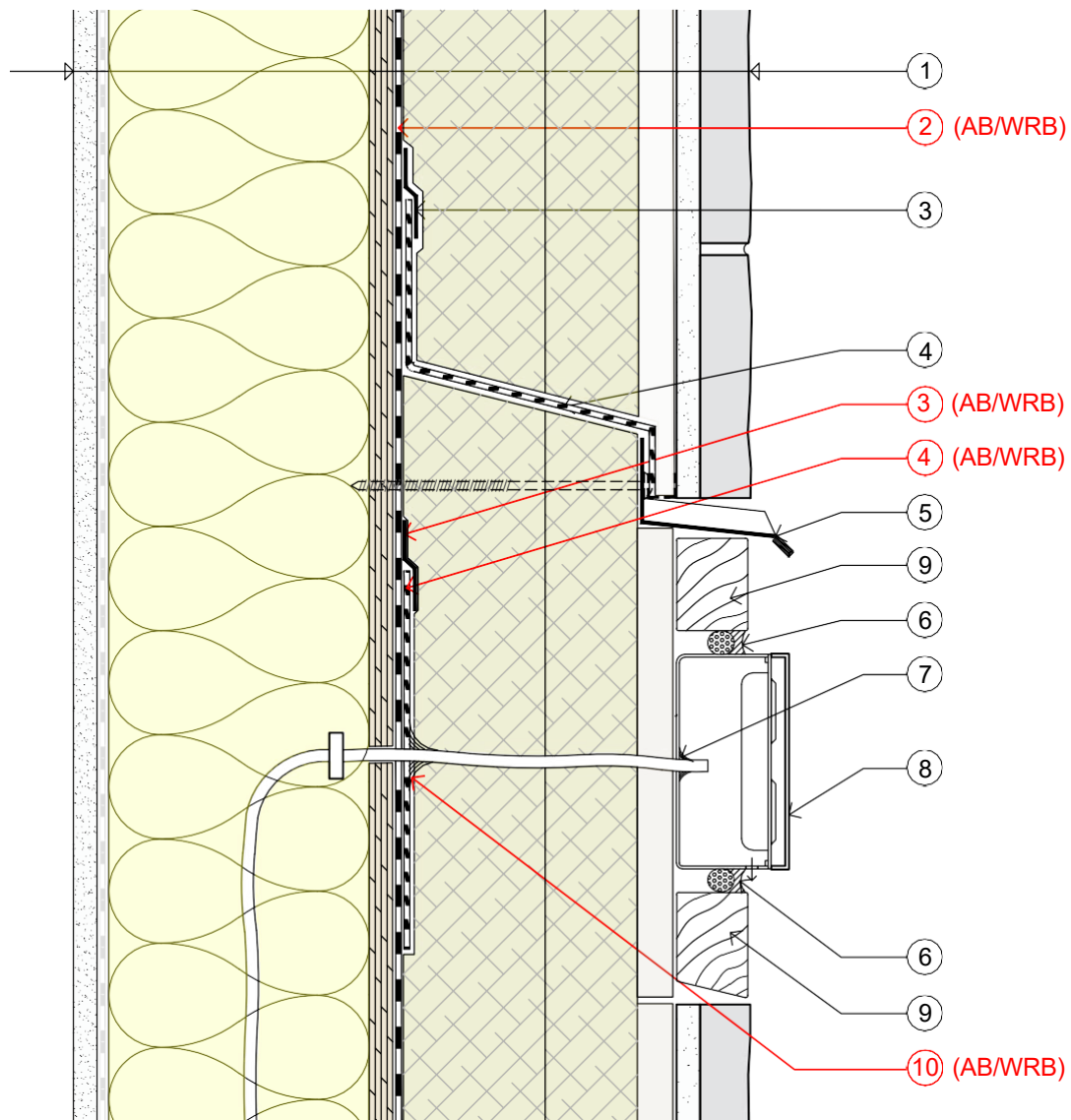


LÉGENDE

- | | |
|--|---|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bardage en panneaux de fibres-ciment • Bois traité sous pression, lattes / cavité d'air • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures <p>② Membrane autocollante (WRB)</p> <p>③ Bois traité sous pression, cerclage / cavité d'air</p> <p>④ Joint de ruban (AB/WRB)</p> <p>⑤ Solin métallique préfini</p> <p>⑥ Hotte de ventilation en métal préfini avec bride</p> | <p>⑦ Scellant (AB/WRB)</p> <p>⑧ Remplir le vide avec de la mousse isolante de polyuréthane pulvérisée</p> <p>⑨ Isolation des conduits au niveau du mur extérieur</p> <p>⑩ Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assemblages de placages de pierres minces avec couche de base en stuc, lattis métallique et panneau d'appuid • Couvre-joints en bois traité sous pression / cavité d'air avec blocage aux emplacements des fixations sur les poteaux et entretoises en mousse entre les poteaux. • Isolation extérieure semi-rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures |
|--|---|

PÉNÉTRATION DU MUR AU NIVEAU DU CONDUIT - SECTION | D1.09

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau



LÉGENDE

- | | |
|--|---|
| <p>① Assemblage du mur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assemblages de placages de pierres minces avec couche de base en stuc, lattis métallique et panneau d'appui • Couvre-joints en bois traité sous pression / cavité d'air avec blocage aux emplacements des fixations sur les poteaux et entretoises en mousse entre les poteaux. • Isolation extérieure en laine minérale rigide • Membrane de revêtement VP (AB/WRB) • Panneau de revêtement intermédiaire • Encadrement en bois 2x6 • Isolation en matelas • Couche de contrôle de la vapeur • Plaques de plâtre intérieures | <p>② Membrane de revêtement VP (AB/WRB)</p> <p>③ Joint de bande (AB/WRB)</p> <p>④ Membrane autocollante</p> <p>⑤ Solin métallique préfini avec fermetures de jambage</p> <p>⑥ Barre d'appui et mastic d'étanchéité sur tous les côtés</p> <p>⑦ Câble nu scellé sur tout le pourtour</p> <p>⑧ Prise électrique extérieure</p> <p>⑨ Panneau d'habillage traité sous pression</p> <p>⑩ Joint continu sur tout le pourtour (AB/WRB)</p> |
|--|---|

PÉNÉTRATION DU MUR AU NIVEAU DU RÉCEPTACLE - SECTION | D1.10

Assemblage #1 | Mur divisé : Isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau

Liste de contrôle du constructeur pour la construction de murs à zéro émission

Utilisez la liste de contrôle suivante comme référence pendant les phases de planification et de construction.

☑	Pré-conception	Résumé
☐	<p>Un processus de conception intégré (PCI) est bénéfique à tout projet, quelle que soit sa taille. Le PCI est une approche collaborative et collective de la conception et de la construction d'un bâtiment. Rassemblez votre équipe et discutez des options avant que la conception ne soit terminée. Identifiez les efficacités croisées et optimisez pour les objectifs spécifiques du projet. Faites plus d'efforts dès le départ, en comparant les options et en utilisant des outils pour mesurer et prédire les performances. Le PCI est rentable car il permet d'obtenir de meilleurs résultats, de réduire les risques et d'obtenir des résultats prévisibles en termes de coûts et d'avantages.</p>	TRAVAIL D'ÉQUIPE ET OUTILS
☐	<p>Réunion de découverte : Invitez les principales parties prenantes à définir les objectifs du projet. Discutez des programmes de labellisation ou des mesures d'incitation. Évaluez les conditions existantes et identifiez les défis et les limites. Identifiez les priorités : ce qu'il faut absolument faire, ce que l'on souhaite et ce qu'il ne faut pas faire. Inclure : Propriétaire, constructeur, concepteur, conseiller en efficacité énergétique, d'autres personnes si nécessaire.</p>	DÉFINIR LES OBJECTIFS
☐	<p>Cibler la performance des bâtiments : Examiner les exigences du code et les programmes d'étiquetage volontaire. Sélectionnez les objectifs du projet pour la performance globale du bâtiment (exigences minimales ou % supérieur à la maison de référence minimale prévue par le code), ce qui permettra d'identifier la fourchette cible pour la valeur R des assemblages de mur. Enregistrer les objectifs du projet, s'y référer souvent et les partager avec tous ceux qui rejoignent l'équipe.</p>	FIXER DES OBJECTIFS DE PERFORMANCE
☑	Développement de la conception	
☐	<p>Travailler avec un designer ou un technologue titulaire d'une licence pour coordonner l'esthétique, les exigences fonctionnelles et les systèmes de construction. Préparer une ébauche de proposition de conception qui réponde à tous les objectifs du projet.</p>	PROJET
☐	<p>Faites appel à un conseiller en efficacité énergétique (CEE) pendant la phase de conception schématique. La modélisation énergétique permet de calculer la performance énergétique globale de votre bâtiment par rapport à une maison de référence générique « typique », conforme au code minimum. Cette maison devient votre « point de référence ». Votre conseiller en efficacité énergétique confirmera les exigences spécifiques ou les normes minimales pour les différents types d'assemblages ou d'unités. (La maison de référence est la maison NBC 9.36).</p>	MESURE
☐	<p>Sélectionnez les critères d'utilisation de l'assemblage du mur ENZ en commençant par la zone climatique locale et les exigences du code du bâtiment. Tenez compte d'autres facteurs tels que la capacité, les compétences et l'expérience du corps de métier, le coût des matériaux et l'impact sur l'environnement. Calculez les valeurs R effectives : tenez compte de l'isolation, des variations du revêtement et de l'ossature, des fixations et de tous les autres éléments. (Demandez à votre CEE ou à votre concepteur s'il existe des calculateurs en ligne).</p>	SÉLECTIONNER ET CALCULER
☐	<p>Minimiser les charges énergétiques des bâtiments: Moins d'énergie requise = moins de coûts pour atteindre l'objectif « Énergie nette zéro » et plus de résilience. L'approche « enveloppe d'abord » utilise des murs à haute performance pour minimiser la perte d'air chauffé ou refroidi, qui coûte cher. Coordonner tous les types d'assemblages pour créer une enveloppe continue : fondations, murs, toits, planchers, portes, fenêtres. Utiliser des détails qui montrent les stratégies d'étanchéité à l'air aux points de transition difficiles.</p> <p>Utilisez la « conception passive » à votre avantage : Considérez les implications énergétiques de la forme du bâtiment, de sa taille, de l'orientation du site, des gains de chaleur solaire, du rapport entre les fenêtres et les murs, de la convection naturelle, de l'ombrage extérieur et du refroidissement par la végétation et les arbres. Ces facteurs jouent un rôle important dans les charges de chauffage et de refroidissement.</p>	MINIMISER CHARGES D'ÉNERGIE

continue sur la page suivante

<input type="checkbox"/>	Charrette : Planifiez cette réunion longtemps à l'avance. Demandez à tous les participants de se préparer à l'avance. Organisez une table ronde où tous les membres de l'équipe, les corps de métier et les consultants évaluent les projets de plans, échangent des idées, comparent les options et optimisent les résultats. Notez les points importants et utilisez cette session de travail pour prendre les décisions finales. Révisez tous les jeux de dessins et complétez la proposition de conception pour communiquer clairement ces décisions.	OPTIMISER ET FINALISER
<input checked="" type="checkbox"/>	Documents de construction - Examen	Résumé
<input type="checkbox"/>	Examen technique de l'assemblage du mur	EXAMEN
	a. Intégrez l'assemblage du mur sélectionné (enveloppe du bâtiment) au système structurel (éléments porteurs) de votre bâtiment. Il s'agit de systèmes distincts, mais qui peuvent être intégrés à certains endroits. Confirmez que chaque système et tous les composants, l'ossature et les connexions sont conformes aux exigences du code. Fournissez des détails pour chaque condition critique et atypique.	ENVELOPPE ET STRUCTURE
	b. WRB : vérifiez que le système de gestion de l'eau permet à l'eau de s'écouler des surfaces inclinées et de s'échapper de toutes les cavités, et qu'il comporte des « barrières d'étanchéité à l'eau » et/ou des écrans pare-pluie qui se chevauchent et se superposent correctement.	EAU
	c. AB : Confirmez l'existence d'une « barrière d'air continue » sur toutes les transitions et entre les types d'assemblages et d'unités. Vérifiez la perméabilité en fonction de l'assemblage du mur, en particulier si le pare-air est séparé du pare-vapeur. Notez-le dans vos spécifications et sur vos plans. Confirmez l'utilisation correcte et cohérente des solins et des produits d'étanchéité.	AIR
	d. VB : Confirmez qu'il n'y a qu'un seul pare-vapeur dans chaque assemblage. Montrez-le sur les coupes de murs. Vérifiez la perméabilité en fonction de l'assemblage du mur et de la zone climatique. Notez-le dans les spécifications et sur vos plans.	VAPEUR
	e. Vérifiez le risque de condensation en fonction des matériaux de l'assemblage du mur, de la perméabilité, du rapport entre l'isolation intérieure et extérieure et de l'épaisseur du mur. Confirmez en fonction du climat local et des exigences du code de la construction. (Voir les guides sur les murs).	CONDENSATION
	f. Réduisez le carbone incorporé lors de la sélection des matériaux et recherchez des options « à faible teneur en carbone ». (Essayez les calculateurs en ligne comme le E2CM du LEEP). Tenez compte du cycle de vie et du coût en fin de vie. Posez des questions sur l'origine des matériaux, leur fabrication et leur transport. Téléchargez et lisez les EPD (Déclarations environnementales de produits).	CARBONE
<input type="checkbox"/>	Conformité et vérification : Confirmez la conformité avec les règlements locaux et les règles de construction. Vérifiez s'il existe des exigences supplémentaires par rapport au code provincial. Obtenez les validations, les certifications et les documents supplémentaires requis par les programmes volontaires d'étiquetage ou d'incitation.	VÉRIFIER LA CONFORMITÉ
<input type="checkbox"/>	Coordonnez les systèmes de construction : Les systèmes mécaniques, électriques et de plomberie doivent être conçus et dimensionnés correctement. Méfiez-vous des solutions basées sur des règles empiriques dans les bâtiments à haute performance et étanches à l'air. Tenez compte à la fois des coûts initiaux et des coûts du cycle de vie. Les charges énergétiques de pointe déterminent la taille et la capacité des équipements ; il faut donc commencer par réduire les charges. Les systèmes de récupération d'énergie et de chaleur peuvent également être rentabilisés en réduisant les déchets et les coûts à long terme.	COORDONNER LA MÉCANIQUE, L'ÉLECTRICITÉ ET LA PLOMBERIE
<input type="checkbox"/>	Demande de permis de construire : Confirmez les exigences de soumission et les frais. Discutez avec l'examineur des plans de la municipalité, évaluez les documents de construction, les détails de l'assemblage du mur, le dossier de conformité et discutez des lacunes éventuelles. Fournissez les informations justificatives demandées.	POSEZ VOTRE CANDIDATURE

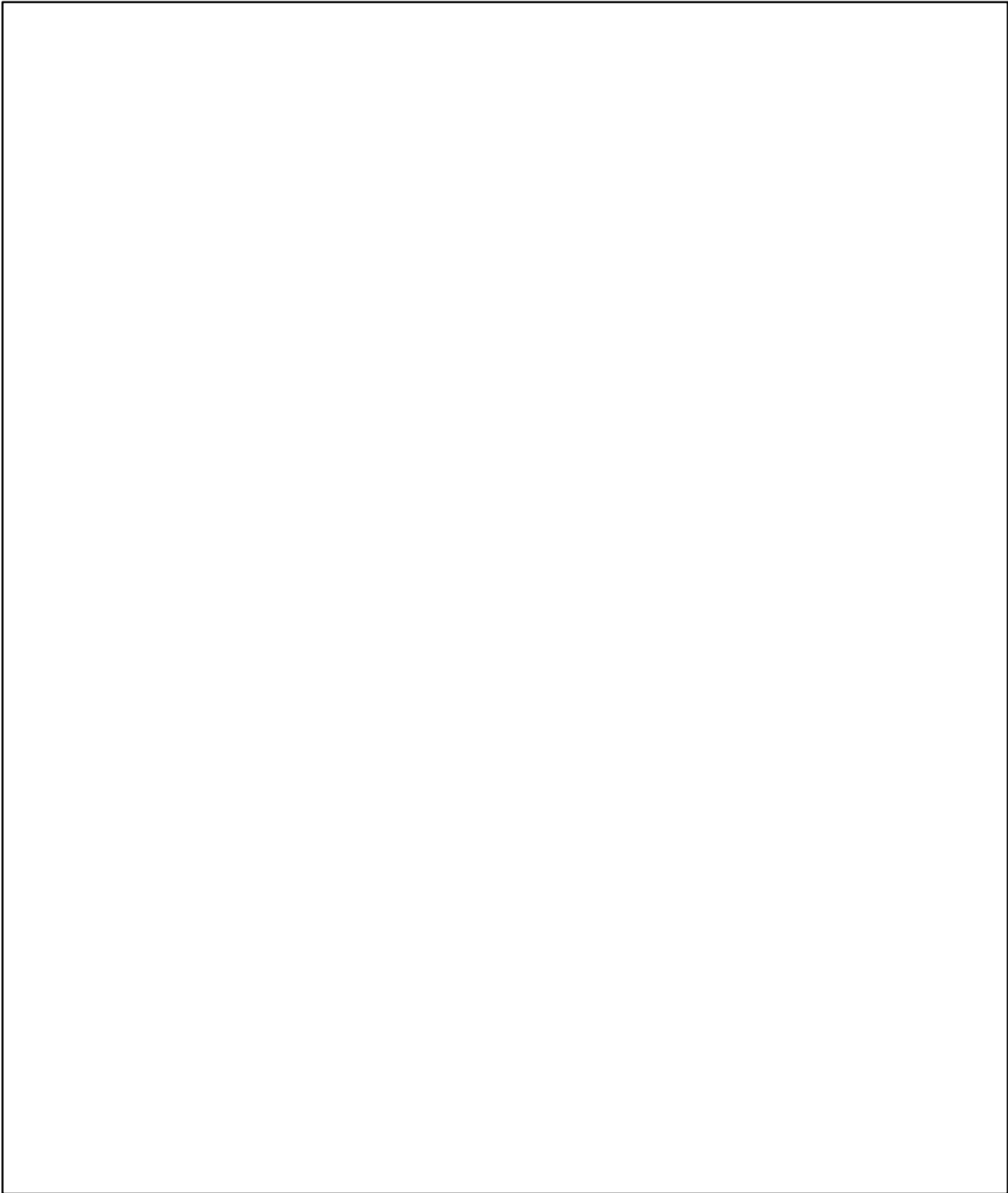
continue sur la page suivante

✓	Compétences et gestion	Résumé
☐	<p>Réunion de l'équipe avant la construction : Clarifiez le calendrier et les étapes. Passez en revue les détails des murs et les objectifs de performance avec l'équipe de conception et de construction (c'est-à-dire le concepteur, le CEE, les ingénieurs, le superviseur du chantier, l'entreprise chargée des fondations, les charpentiers, les couvreurs, les maçons, tous les corps de métier). Confirmez les dates de début, l'ordonnancement, l'échelonnement, les délais d'exécution. Prévoyez toujours une marge de manœuvre pour les imprévus.</p>	PLAN
☐	<p>Donnez à votre équipe les moyens de réussir : Chaque membre de l'équipe et tous les corps de métier doivent comprendre clairement les objectifs du projet, les documents de construction pertinents et ce que vous attendez d'eux.</p> <p>Discutez de tout changement par rapport aux pratiques habituelles et fournissez des informations si nécessaire. Publiez les détails sur le chantier ou distribuez des copies à emporter à la maison. Demandez à votre équipe de regarder les vidéos de formation sur la construction des murs en béton armé sur la chaîne YouTube de RNCAN. Posez des questions et discutez-en.</p>	ÉQUIPER ET ENSEIGNER
☐	<p>Construire une maquette de mur et tester les nouveaux assemblages et détails : Expliquez les attentes en matière de contrôle de la qualité. Faites des essais et discutez des points de transition, des solives de rive, de la jonction mur-toit, des portes et fenêtres, de l'épaisseur des murs, de la fixation du bardage, de l'isolation extérieure, des stratégies de pare-air continu, du pare-vapeur et de l'intégration des systèmes de gestion de l'eau et des systèmes structuraux. Photographiez les maquettes et les détails montrant les réussites et les échecs pour référence ultérieure.</p>	TESTER ET APPRENDRE
☐	<p>Programmez des tests d'étanchéité à l'air (test d'infiltrométrie) et désignez un « responsable de l'air » sur place pour informer tous les corps de métier et repérer les erreurs d'étanchéité à l'air. Demandez des tests avant et après la publication des cloisons sèches pour obtenir des commentaires préliminaires et avoir le temps de colmater les fuites et les brèches avant le test final de vérification des performances.</p>	APPLIQUER ET VÉRIFIER

Notes et références :

- L'[association canadienne des Conseillers en efficacité énergétique](#) peut vous orienter vers un conseiller en efficacité énergétique qualifié dans votre région.
- [Les concepteurs CVC du Canada](#) peuvent vous aider à trouver un concepteur CVC qualifié dans votre région. [Courriel : info@hvacc.ca](mailto:info@hvacc.ca)
- L'[association canadienne des constructeurs](#) (ACCH) et le [LEEP](#) offrent des possibilités d'information et de formation. Demandez à votre association locale de constructeurs d'habitations de **demandez des formations ou des sessions continues** sur la conception intégrée (PCI), l'établissement des coûts, le carbone, les systèmes muraux, le CVC, etc.
- Regardez les **vidéos**. Allez sur la [chaîne YouTube de NaturalResourcesCa](#). Faites une recherche sur YouTube pour « LEEP NZE Walls » ou « Guides sur les murs nets zero ». Le LEEP de RNCAN offre également des vidéos et des applications sur la conception des systèmes CVC, les pompes à chaleur, et plus encore.
- Le [LEEP](#) propose **des guides, des calculateurs, des outils et des applications** en ligne : *Guides sur les murs du LEEP ENZ*, *Estimateur d'émissions de carbone des matériaux (E2CM)*, *Analyse coûts-bénéfices (ACB)*, guides CVC, guides PV. D'autres outils industriels calculent la valeur R effective ou les conditions de gain de chaleur solaire.
- La modélisation énergétique « Méthode de performance » révèle souvent des options permettant d'économiser du temps et de l'argent. En outre, elle permet de vérifier les performances du bâtiment et de démontrer la **conformité au code**. La conformité à la « Méthode prescriptive » reste une option dans la plupart des régions. Les exigences minimales en matière de performance sont déterminées par les codes provinciaux du bâtiment, les codes de l'énergie et les réglementations municipales ou locales en vigueur. Les codes régionaux peuvent faire référence au CNB mais comporter des variations. *ÉnerGuide* se compare à l'exigence minimale « typique » du CNB de 9,36.
- **Les programmes de labellisation** tels que Programme « *Maison nette zéro* » de l'ACCH, LEED pour les habitations, et Maison passive partagent de nombreux objectifs mais varient dans leur portée. Chaque programme utilise des mesures différentes. Consultez leurs sites web pour plus de détails ou demandez l'aide d'un CEE, d'un architecte ou d'un technologue titulaire d'une licence.

Notes





LEEP

PARTENARIAT LOCAL
POUR L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE

Élaboré par l'équipe du Partenariats locaux pour
l'efficacité énergétique (LEEP) de Ressources naturelles Canada

Guides et outils technologiques du LEEP disponibles en ligne. Recherchez « RNCan LEEP ».