



CONSTRUCTION D'UNE MAISON À CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE NETTE ZÉRO

Histoire de réussite d'un constructeur
Cedarglen Homes

cedarglen
HOMES





PORTÉE DE L'ÉTUDE DE CAS

À mesure que les exigences du code du bâtiment au Canada augmentent pour répondre au besoin croissant de réduction des gaz à effet de serre (GES), le nombre de maisons plus performantes augmentera également. Cette évolution s'accompagne d'une période d'apprentissage parmi les professionnels qualifiés, les constructeurs d'habitations et les propriétaires de maisons. Les professionnels qualifiés et les constructeurs d'habitations devront acquérir de nouvelles connaissances sur la façon de construire ces types d'habitations, et les propriétaires de maisons devront acquérir les connaissances nécessaires pour les comprendre et les mettre en œuvre. L'industrie canadienne de la construction est sur le point d'évoluer d'une conception et d'une construction traditionnelles vers des maisons plus performantes.

La présente étude de cas a été réalisée pour documenter le processus que le constructeur de maisons Cedarglen Homes, basé à Calgary, a suivi pour construire avec succès une maison certifiée nette zéro. Cette maison a été construite pour rendre compte à la fois des succès et des difficultés rencontrés par l'équipe tout au long du processus, afin de guider les futurs projets à travers le Canada. L'étude de cas a été financée par Owens Corning, fabricant de matériaux de construction.

Lorsqu'il est mentionné, le terme « nette zéro » fait référence aux maisons qui produisent autant d'énergie propre qu'elles en consomment annuellement, grâce à des systèmes d'énergie renouvelable sur place. Jusqu'à 80 % plus efficaces sur le plan énergétique que les maisons neuves types, les maisons à consommation énergétique nette zéro sont extrêmement bien construites, avec une isolation supplémentaire, des fenêtres à haut rendement et une excellente étanchéité à l'air pour minimiser les besoins en chauffage et en climatisation. Les appareils électroménagers, l'éclairage et les systèmes mécaniques sont tous aussi économes en énergie que possible.

Source : Programme d'étiquetage « nette zéro » de l'ACCH



cedarglen
HOMES





Figure 1 : Vue aérienne de la maison à consommation énergétique nette zéro, illustrant l'espace limité de la toiture orientée au sud pour l'installation d'un système solaire. Source : Cedarglen Homes

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LA MAISON

Cedarglen a modifié la conception d'une maison de plain-pied existante de 1 000 pieds carrés (93 mètres carrés) pour la construction de cette maison à consommation énergétique nette zéro. La conception d'origine a été révisée afin d'intégrer des éléments de consommation nette zéro tels qu'une meilleure isolation et des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) à haut rendement. Dans le cadre de cette étude de cas, la conception d'origine de la maison sera désignée comme la conception de référence.

Ce bungalow avec garage détaché se trouve dans la communauté de Livingston, au centre-nord de Calgary, en bordure de la ville. La porte d'entrée de la maison est orientée directement vers le nord. Ce site a été choisi intentionnellement, car il présentait des conditions non idéales pour la production d'énergie solaire, ce qui réduit généralement le potentiel de consommation énergétique nette zéro d'une maison. Au Canada, le soleil est orienté vers le sud. Pour obtenir des gains de chaleur solaire optimaux, la plus grande partie de la surface de la toiture doit être orientée vers le sud. En gardant cela à l'esprit, l'un des principaux objectifs de la présente étude de cas était de démontrer qu'une maison hautement efficace, ou dans ce cas à consommation énergétique nette zéro, peut être construite sur un site qui est moins qu'idéal.

MODIFICATIONS DE LA CONCEPTION NETTE ZÉRO

Cette section de l'étude de cas détaille les changements apportés à la conception de la maison afin d'obtenir la certification nette zéro de l'ACCH (Association canadienne des constructeurs d'habitations). Les assemblages extérieurs du bâtiment ont été optimisés par rapport à la conception de référence afin d'obtenir une performance nette zéro. Les trois principales caractéristiques sur lesquelles nous avons misé pour obtenir la certification nette zéro sont l'augmentation de la valeur R de l'isolant, l'amélioration de l'étanchéité à l'air et l'installation de systèmes CVC à haut rendement.

Assemblages du bâtiment

La section suivante compare les assemblages de murs extérieurs, de toiture, de fondations sous le niveau du sol et de dalles sur le sol entre la maison à consommation énergétique nette zéro et la maison de référence. L'utilisation d'une meilleure isolation a été l'élément qui a le plus contribué à améliorer la performance thermique de la maison. Cette isolation supplémentaire a eu une incidence sur la superficie intérieure de la maison nette zéro, car l'épaisseur des murs a augmenté. Ce point est abordé plus en détail dans la présente étude de cas, à la section portant sur les impacts sur la conception, la construction et les coûts.



Figure 2 : Photo extérieure de la maison à consommation énergétique nette zéro au mois de janvier 2022. Source : primaire

ASSEMBLAGE	MAISON DE RÉFÉRENCE	MAISON NETTE ZÉRO
Toiture	Bardeaux d'asphalte, panneaux à copeaux orientés, isolant (type non précisé), pare-vapeur en polyéthylène, isolation intérieure Valeur R nominale : R-42.74	Bardeaux d'asphalte, panneaux à copeaux orientés, isolant en fibre de verre (type non précisé), pare-vapeur en polyéthylène, panneaux de gypse côté intérieur Valeur R effective : R-58.43
Murs extérieurs	Revêtement en vinyle, panneaux à copeaux orientés ou panneaux de gypse côté extérieur, isolant en nattes, pare-vapeur en polyéthylène, panneaux de gypse côté intérieur Valeur R nominale : R-22.97	Revêtement en vinyle, fourrures, isolant continu en laine minérale Thermafiber^{MD} RainBarrier^{MD} Plus (110) avec résistance à la compression élevée, panneaux à copeaux orientés ou panneaux de gypse côté extérieur, isolant en fibre de verre, pare-vapeur en polyéthylène, panneaux de gypse côté intérieur Valeur R effective : R-30.31
Fondations sous le niveau du sol	Béton, isolant en nattes, pare-vapeur en polyéthylène Valeur R nominale : R-13.4	Membrane à alvéoles, isolant de polystyrène extrudé rigide FOAMULAR^{MD} C-300, béton, isolant en fibre de verre en matelas, pare-vapeur en polyéthylène Valeur R effective : R-27.16
Dalles du sous-sol	Pare-vapeur en polyéthylène, béton Valeur R nominale : R-2	Isolant projeté, béton Valeur R effective : R-13.17

Tableau 1 : Comparaison des assemblages de la maison de référence et de la maison à consommation énergétique nette zéro.



cedarglen
HOMES

CACEA ACCEE

SAIT



Figure 3 : Photo du plafond du salon avec lumières cylindriques à encastrer, prise lors du premier test d'infiltrométrie.
Source : primaire

ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

L'étanchéité à l'air de toute la maison a été améliorée et une attention particulière a été accordée à l'installation du pare-vapeur en polyéthylène. La Figure 3 illustre l'étanchéité à l'air d'un appareil d'éclairage et les lumières cylindriques à encastrer dans le salon. La photo a été prise lors du premier test d'infiltrométrie, effectué avant l'installation des panneaux de gypse et des finitions. Le deuxième test d'infiltrométrie a été effectué à la fin des travaux de construction de la maison.

Les « points problématiques » potentiels où l'étanchéité à l'air pourrait être améliorée ont été identifiés au cours du premier test d'infiltrométrie, et ont été soit réparés sur place, soit notés pour une réparation ultérieure après le test d'infiltrométrie. Cette évaluation a été réalisée par un conseiller en efficacité énergétique agréé (membre de l'ACCEE) et l'équipe de Cedarglen. Les zones communes où des améliorations étaient nécessaires comprenaient les ouvertures électriques et mécaniques, le chevauchement de la membrane et les jonctions d'assemblage (par exemple, mur-plafond).



Figure 4 : Photo de la maison côté arrière avec vue de la thermopompe.
Source : primaire

SYSTÈME CVC ET SYSTÈME D'ÉNERGIE SOLAIRE

Des unités électriques de CVC ont été choisies pour le projet. Bien que la maison soit située sur un site dont l'orientation solaire n'est pas optimale, le système d'énergie solaire de la maison a une capacité nominale totale de 10,8 kW. Le système a été conçu avec trente panneaux solaires photovoltaïques. Six panneaux sont situés sur la pente de la toiture orientée côté sud, quatorze côté est et dix côté ouest. Un onduleur/générateur solaire de 7,6 kW a été installé à proximité du système d'énergie solaire. Aucun système solaire n'a été installé sur le garage détaché.

La quantité d'énergie produite est suffisante pour alimenter toutes les unités électriques de CVC de la maison et fournir l'énergie nécessaire aux autres besoins électriques de la maison. Les unités installées sont les suivantes :

- Une thermopompe Mitsubishi pour climats froids avec appoint électrique pour les températures extrêmes;
- Un VRC Lennox avec capacité de dégivrage et efficacité de récupération sensible de 85 %;
- Un chauffe-eau à pompe à chaleur de 40 gallons (182 litres) Rheem avec facteur énergétique uniforme de 3,75 (efficacité énergétique).



Figure 5 : Photo de la maison de côté avec vue sur le système d'énergie solaire installé sur le toit.
Source : primaire

LES IMPACTS DU PASSAGE À UNE CONSOMMATION NETTE ZÉRO

La section suivante de l'étude de cas documente les impacts de la conception et de la construction d'une maison à consommation énergétique nette zéro, tant en termes de réussites que de difficultés. Ils ont été sélectionnés pour devenir des caractéristiques permettant de guider les futurs projets à haute performance, et servir de « leçons apprises ». La pertinence de ces sujets peut varier considérablement d'une région à l'autre, mais certains s'appliquent à la plupart des régions du Canada en fonction de la politique et des exigences du code du bâtiment.

Perte de superficie intérieure en pieds carrés

Améliorer l'isolation entraîne généralement une augmentation de l'épaisseur des murs. Par conséquent, soit les murs sont construits vers l'extérieur, soit, dans les cas où cela n'est pas possible, il y a perte de superficie intérieure. Dans le cas de la présente maison à consommation énergétique nette zéro, c'est ce dernier cas qui s'est produit, car la maison a été construite sur un terrain à ligne de lot zéro, où un mur latéral de la maison a été construit le long de la ligne de propriété. Cela signifie que si l'empreinte d'une maison est déjà conçue à sa taille maximale, les murs plus épais doivent être agrandis vers l'intérieur. La perte totale de superficie est de 2 %, soit 17 pi² (1,6 m²).

Les constructeurs de maisons considèrent toute perte de superficie comme étant un point négatif, car les modèles d'établissement des prix types et les attentes des propriétaires sont basés sur les pieds carrés de l'espace intérieur. Cependant, dans le cas d'une maison nette zéro (ou de toute autre maison à haute performance), comme cette perte équivaut à une réduction des coûts énergétiques, elle est beaucoup plus facile à justifier. En optimisant le plan d'étage pour minimiser l'impact de la surface perdue comme l'a fait Cedarglen, les propriétaires remarquent rarement cette réduction de surface minime et bénéficient de la réduction des coûts énergétiques.



cedarglen
HOMES





S'aligner sur les professionnels qualifiés

L'équipe de construction de Cedarglen a éprouvé des difficultés à s'aligner sur certains professionnels qualifiés lors de la construction de la maison à consommation énergétique nette zéro. Les difficultés sont apparues lorsqu'il s'agissait de s'assurer que la qualité de la construction respectait les paramètres et les exigences de la maison nette zéro définis lors de la conception. En particulier, les corps de métier responsables de la construction de la charpente ont rencontré des difficultés à cet égard en raison des changements nécessaires apportés à la méthode de construction de la charpente pour s'aligner sur la nouvelle conception de la maison.

Il y a eu des défis liés aux besoins en matière d'ossature pour assurer une pré-étanchéité adéquate au niveau des jonctions et des transitions. Cela a entraîné un léger retard dans le calendrier de construction, bien que le projet ait été réalisé dans les délais prévus, et des défis supplémentaires liés aux coûts étant donné que le constructeur a dû payer une prime pour les corps de métier qui n'étaient pas familiarisés avec les produits et/ou les pratiques d'installation. Comme les pratiques de construction nette zéro ne sont pas encore considérées comme typiques ou courantes, cela peut se produire dans plusieurs corps de métiers, ce qui augmente les coûts pour le constructeur et par conséquent, pour le propriétaire.

Augmentation des tests et des vérifications

L'équipe a mentionné qu'il était de plus en plus nécessaire que les superviseurs du site soient présents sur place et qu'ils planifient au préalable les procédures de test et de vérification, en particulier en ce qui concerne les tests d'étanchéité à l'air. La coordination de ces tests a nécessité une préparation pour s'assurer que les intervenants requis (par exemple, les superviseurs du site) étaient sur place, de sorte que lorsque des possibilités d'amélioration de l'étanchéité à l'air ont été identifiées, elles ont pu être mises en œuvre pendant les tests. L'un des principaux apprentissages que l'équipe de Cedarglen a tirés du processus d'étanchéité à l'air et d'infiltrométrie est que le fait d'avoir un plan bien défini pour l'étanchéité à l'air dans les futurs projets à consommation énergétique nette zéro peut aider le projet à respecter le calendrier. Cela soulève de nombreuses questions à chaque étape du processus de construction pour atteindre l'étanchéité à l'air souhaitée, notamment en ce qui concerne l'étanchéité des zones problématiques. Mettre tout en œuvre pour y parvenir permettra de rationaliser le processus et de réaliser le test d'infiltrométrie plus rapidement et avec un minimum de changements après le test.

Sélection et limites des matériaux

L'équipe a indiqué que la phase de conception du projet à consommation énergétique nette zéro était celle qui nécessitait la plus grande capacité d'anticipation et celle qui constituait le plus grand changement par rapport à leur processus conventionnel. Le premier obstacle provenait du manque d'expérience de l'équipe en matière de recherche, d'identification et de sélection des matériaux souhaités pour ce type de construction. Les commerçants et les fournisseurs locaux ne connaissaient généralement pas les matériaux de construction choisis, ou bien l'offre de produits était limitée en raison de l'absence de demande à l'échelle régionale. De plus, il était difficile de trouver des experts en la matière, et la plupart de ceux qui ont été engagés dans le processus ont déclaré qu'ils n'étaient pas en mesure de recommander un produit plutôt qu'un autre. Le conseiller en efficacité énergétique a fourni d'excellentes informations générales sur la stratégie de conception pour répondre aux exigences en matière de consommation énergétique nette zéro, mais, en raison de son rôle de conseiller tiers, il n'a pas été en mesure de recommander des produits spécifiques. L'étape la plus difficile du processus de conception a été la sélection des matériaux de construction. L'équipe de Cedarglen ne possédait pas l'expérience requise pour ce processus; une attention particulière pour l'application et l'installation de chaque produit a donc été nécessaire.

Pour conclure sur les défis de conception, l'équipe a eu du mal, en raison d'un manque d'expérience, à faire une distinction entre les informations qui étaient exactes et celles qui étaient des discours de marketing concernant les matériaux, la conception des assemblages muraux et les équipements mécaniques au cours des premières étapes de la conception. Le manque d'exemples dans le monde réel en ce qui concerne l'intégration et la performance de ces types de produits est un élément clé pour déterminer le succès post-construction.

Le dernier obstacle auquel l'équipe a été confrontée en ce qui concerne les matériaux de construction est venu de problèmes liés à la chaîne d'approvisionnement, avec des retards dans le calendrier et la nécessité de remplacer certains matériaux par d'autres.



cedarglen
HOMES





Préparation à la haute performance

En tant que constructeur de maisons, Cedarglen a déjà intégré de nombreux éléments de consommation nette zéro dans toutes ses maisons, notamment des VRC pour la ventilation, des fenêtres à triple vitrage et l'isolation des ouvertures brutes avec un isolant injecté à faible expansion. Ayant une grande expérience de ces produits et méthodes de construction, des coûts ont été économisés à cet égard, puisque des relations ont été établies avec les fournisseurs de matériaux de construction et les corps de métiers. De plus, Cedarglen s'attend à ce que le coût de ces matériaux diminue à l'avenir, au fur et à mesure que les nouveaux produits à haut rendement deviendront plus présents sur le marché.

La principale leçon confirmée est qu'en devenant un constructeur de maisons à consommation énergétique nette zéro, Cedarglen se prépare pour l'avenir, avec l'avantage supplémentaire que les clients le recherchent pour son utilisation de matériaux et de processus de qualité supérieure afin de bâtir des maisons plus performantes tout en s'efforçant de les garder abordables.



cedarglen
HOMES





RÉSULTATS

La section suivante de l'étude de cas détaille les résultats observés lors de l'achèvement des travaux de construction de la maison.

Test d'infiltrométrie

Un test d'infiltrométrie a été effectué le 7 septembre 2021, avec un résultat de 2,39 CAH50. Le test a été effectué avant que l'installation du parement extérieur ne soit terminée et que l'intérieur ne soit prêt à être revêtu. Il s'agit d'un bon degré d'étanchéité à l'air pour une construction avant cloisons sèches pour une maison de cette taille. Le VRC était entièrement étanche au moment de l'essai.

Le test final d'infiltrométrie réalisé au mois de novembre 2021 a révélé une étanchéité à l'air de 0,87 CAH50.

Analyse par radar thermique

Le 2 décembre 2021, l'équipe de recherche sur les technologies des bâtiments écologiques du SAIT s'est rendue à la maison pour une visite finale. À ce moment-là, la maison était essentiellement terminée et un thermomètre infrarouge a été utilisé pour évaluer les infiltrations thermiques potentielles après la construction. Un comportement thermique type a été observé autour des cadres de fenêtre et des jonctions d'assemblage, comme le montre la Figure 6. Il convient de noter qu'il est normal que les coins affichent des températures plus basses, comme le montre la Figure 7.

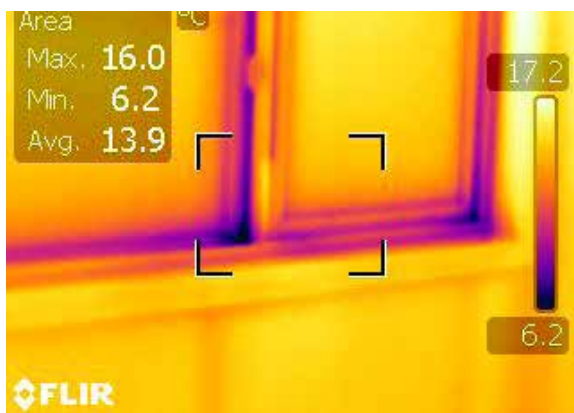


Figure 6 : Infiltration thermique observée autour du cadre de la fenêtre au niveau principal. Source : SAIT

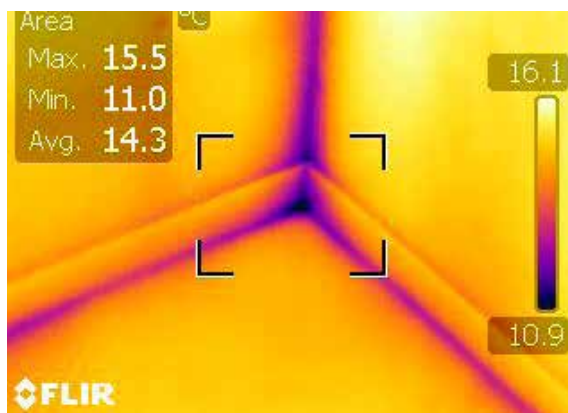


Figure 7 : Infiltration thermique observée entre les jonctions d'assemblage du mur et du plancher au niveau principal. Source : SAIT

Des infiltrations thermiques minimales ont été observées dans certaines sections du mur extérieur du niveau principal, par exemple là où il y avait plus de montants autour des appareils d'éclairage. Dans l'ensemble, la maison a été considérée comme supérieure à la moyenne, avec moins d'infiltrations thermiques que les maisons types de taille similaire.



Figure 8 : Infiltration thermique minimale observée à partir de l'ossature entourant un appareil d'éclairage. Source : SAIT

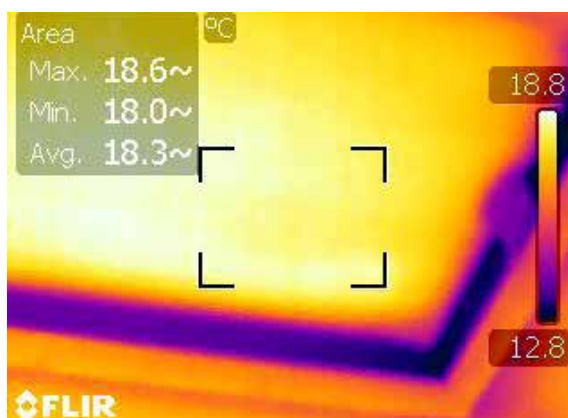


Figure 9 : Fuite thermique observée autour de la trappe de grenier. Source : SAIT

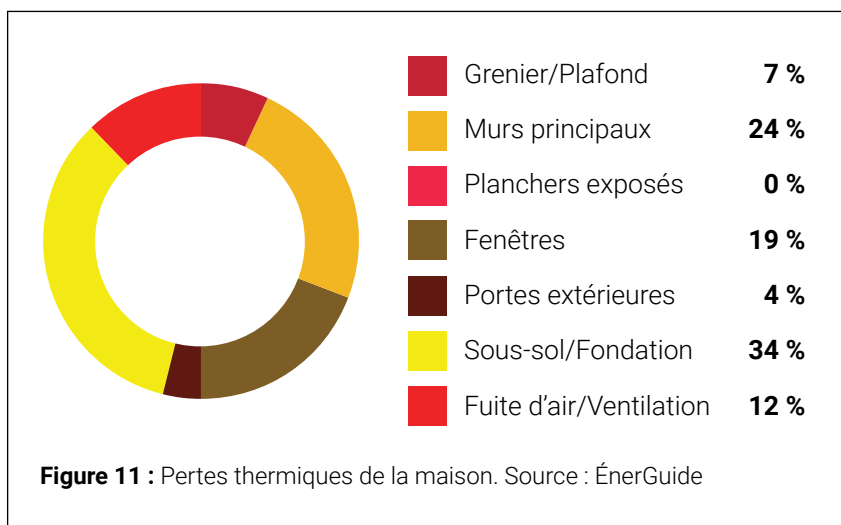
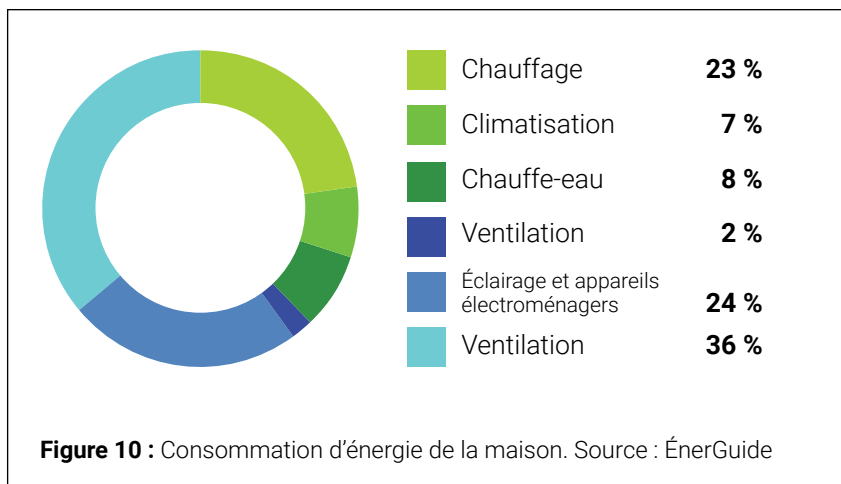
CERTIFICATION NETTE ZÉRO ET COTE ÉNERGÉTIQUE

Le 9 décembre 2021, la maison a reçu une cote ÉnerGuide de 0, ce qui indique qu'elle produit autant d'énergie qu'elle en consomme sur une base annuelle.

L'intensité de sa cote était de 0,22 GJ/m²/an.

Les Figures 10 et 11 illustrent la consommation d'énergie et les pertes de chaleur de la maison :

**Le 15 décembre 2021,
la maison a réussi à obtenir
la certification dans le cadre
du programme d'étiquetage
de maison à consommation
énergétique nette zéro
de l'ACCH.**





CONCLUSION

L'équipe de Cedarglen a réalisé avec succès une maison certifiée nette zéro, d'un seul étage, située sur un terrain non optimal pour l'énergie solaire. Ceci a été réalisé grâce aux mesures suivantes :

- Amélioration de la performance thermique des assemblages extérieurs du bâtiment grâce à l'installation d'une couche d'isolant Thermafiber^{MD} de 51 mm (2 po). Isolant continu en laine minérale RainBarrier^{MD} Plus (110) à compression élevée comme isolant extérieur au-dessus du niveau du sol
- Amélioration de la performance thermique des assemblages du bâtiment situés sous le niveau du sol grâce à l'installation de l'isolant de polystyrène extrudé rigide FOAMULAR^{MD} C-300 de 51 mm (2 po) comme isolant posé côté extérieur de la fondation exposée au sol;
- Mesures d'étanchéité à l'air accrues;
- Installation d'unités électriques de CVC à haute performance;
- Installation d'un panneau solaire photovoltaïque sur la toiture de la maison.



cedarglen
HOMES



L'approche holistique de ce projet a été déterminante pour l'obtention de la certification nette zéro. En somme, il s'agit de faire fonctionner la maison comme un système global en améliorant l'étanchéité à l'air et la résistance thermique, en utilisant des unités de chauffage, de ventilation et de climatisation efficaces et en faisant fonctionner les panneaux solaires en tandem. Rappelons que cette maison a été construite sur un terrain non optimal pour l'énergie solaire, la majorité des panneaux photovoltaïques ayant été installés sur les surfaces de la toiture orientées à l'est et à l'ouest. Malgré cela, le système solaire est toujours capable de produire une quantité d'énergie plus que suffisante pour assurer la certification de la maison. Cela nous ramène à l'amélioration de l'étanchéité à l'air, de la résistance thermique et de l'efficacité du système CVC de la maison. Ces éléments permettent à la maison de fonctionner avec une consommation d'énergie nettement inférieure.

Parmi ces approches, la mise à niveau des assemblages de bâtiment et l'amélioration de l'étanchéité à l'air ont posé plus de défis, de la conception à l'occupation des logements en passant par la construction. L'installation d'unités de chauffage, de ventilation et de climatisation à haut rendement et d'un panneau solaire photovoltaïque était moins difficile à réaliser, mais plus coûteuse par rapport à l'amélioration de l'assemblage du bâtiment et de l'étanchéité à l'air.

De nombreuses difficultés sont apparues lors de la sélection, de l'approvisionnement et de l'installation des matériaux de construction, l'industrie n'ayant pas encore rattrapé les besoins croissants en matériaux de construction plus performants. Il en va de même pour l'expérience de l'équipe lorsqu'il était temps de faire appel à des experts en matériaux et systèmes de construction à haute performance, car ils étaient peu nombreux et ceux qui étaient disponibles ne pouvaient pas ou ne voulaient pas recommander un matériau plutôt qu'un autre.

La principale recommandation que l'équipe de Cedarglen a formulée à l'intention d'autres constructeurs de maisons qui veulent se lancer dans la conception et la construction d'habitations à consommation énergétique nette zéro est la planification adéquate de l'étanchéité à l'air. Des professionnels inexpérimentés peuvent entraîner des retards pendant la construction et des dépassements de coûts. Cela signifie qu'il est nécessaire de planifier minutieusement la façon dont les niveaux d'étanchéité à l'air requis seront atteints pendant la construction et de faire appel aux corps de métier dès le début pour les intégrer au processus. Cela va au-delà de la simple conception d'un assemblage de murs à haute performance et concerne la manière dont l'étanchéité peut être réalisée sur place pendant la construction et comment les problèmes peuvent être résolus après les essais.



cedarglen
HOMES



Au fur et à mesure que les exigences du code du bâtiment deviendront plus rigoureuses pour atteindre des niveaux et des objectifs de haute performance, les pratiques en matière de conception et de construction devront être adaptées. Faire appel à des professionnels qualifiés fera partie intégrante de l'atteinte efficace de ces niveaux et objectifs de haute performance, surtout aux premiers stades de l'adoption par l'industrie, lorsque ces pratiques seront plus récentes. Nous prévoyons que les courbes d'apprentissage des corps de métier seront plus importantes dans les années à venir et que de nombreux professionnels chercheront à suivre des formations et à élargir leur éventail de compétences pour soutenir la construction à haute performance telle que la construction de maisons à consommation énergétique nette zéro. Une équipe expérimentée deviendra de plus en plus importante pour la construction efficace et réussie de maisons hautement performantes.

Au fur et à mesure que les tests, la modélisation énergétique et d'autres processus de vérification se généraliseront pour garantir que les maisons atteignent les objectifs de performance, un niveau différent de coordination sera nécessaire entre les activités de conception et de construction - la direction et les superviseurs devront planifier de manière adéquate non seulement les tests, mais aussi les améliorations de suivi. De plus, au fur et à mesure que l'expérience en matière de construction augmentera pour une réalisation plus efficace et le respect des pratiques de haute performance, les tests, la modélisation et la vérification deviendront nécessaires de façon plus systématique, comme en témoignent les exigences croissantes du code du bâtiment.



ANNEXES

Annexe A : Photos additionnelles

Cette annexe présente des photos additionnelles prises à toutes les étapes du projet et vise à offrir des informations supplémentaires sur le parcours que Cedarglen a suivi pour obtenir la certification nette zéro. Toutes les photos dans la présente annexe sont fournies et appartiennent à l'équipe de recherche sur les technologies des bâtiments écologiques du SAIT.



Figure 12 : Photo du double solin et des détails de l'isolant installé autour de la plate-forme installée à l'arrière de la maison. Source : SAIT



Figure 13 : Photo de l'isolant continu extérieur en laine minérale Thermafiber^{MD} RainBarrier^{MD} Plus (110) à compression élevée de 51 mm (2 po) et fourrures sous le parement en vinyle. Source : SAIT



Figure 14 : Transition entre un mur au-dessous du niveau du sol et un mur au-dessus du niveau du sol mettant en valeur l'isolant continu en laine minérale Thermafiber^{MD} RainBarrier^{MD} Plus (110) à compression élevée de 51 mm (2 po) et l'isolant de polystyrène extrudé rigide FOAMULAR^{MD} C-300 de 51 mm (2 po). Source : SAIT



Figure 15 : Isolant extérieur sous le niveau du sol mettant en valeur l'isolant de polystyrène extrudé rigide FOAMULAR^{MD} C-300 de 51 mm (2 po). Source : SAIT



OWENS CORNING CANADA LP
3450 MCNICOLL AVENUE
SCARBOROUGH, ONTARIO M1V 1Z5
1 800 438-7465
www.owenscorning.ca

Publ. n° 501373. Imprimé au Canada. Juillet 2022.
LA PANTHÈRE ROSE^{MC} & © 1964-2022 Metro-Goldwyn-Mayer Studios Inc. Tous droits réservés.
La couleur ROSE est une marque déposée de Owens Corning.
© 2022 Owens Corning. Tous droits réservés.