



# Maisons à consommation d'énergie nette zéro et maisons prêtes à la consommation d'énergie nette zéro

Leçons apprises et principaux résultats  
du projet pilote sur la consommation  
énergétique nette zéro R-2000 (CENZ  
R-2000) et du projet de démonstration  
de maisons à consommation énergétique  
nette zéro de l'Initiative écoÉNERGIE



N° de cat. M144-292/2019F-PDF  
ISBN 978-0-660-30267-6

## Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Définition de la maison à consommation énergétique nette zéro .....	3
3. Améliorations, progrès et changements par rapport aux initiatives précédentes en matière de CENZ4	
4. Expérience des constructeurs de maisons pilotes .....	5
Avantages des maisons CENZ et prêtes à la CENZ.....	5
Coûts et abordabilité .....	5
Pratiques de construction .....	6
Approbations de l’organisme responsable du code et du distributeur local d’électricité.....	7
Sensibilisation des propriétaires aux technologies de CENZ et à leurs avantages.....	7
Conception de maisons – des améliorations grâce à l’itération .....	8
5. Observations du projet pilote .....	9
Principes de conception des maisons à CENZ/prêtes à la CENZ .....	9
Attributs des maisons pilotes .....	9
En quoi les maisons pilotes construites diffèrent des précédents modèles de maisons à CENZ.....	11
Reproductibilité.....	12
6. Travail à venir .....	13
Contrôles des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ .....	13
Rendement à long terme de l’enveloppe.....	14
7. Observations finales .....	15
ANNEXE A.....	A-1
ANNEXE B.....	B-1

## 1. Introduction

En 2013, Ressources naturelles Canada (RNCa) lançait deux initiatives : le projet pilote sur la consommation énergétique nette zéro R-2000 (CENZ R-2000) et le projet de démonstration de maisons à consommation énergétique nette zéro de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation (écoEII).

Le projet **CENZ R-2000** était un programme pilote de certification des maisons à consommation énergétique nette zéro. Cette initiative se fondait sur la nouvelle mouture 2014 « de prochaine génération » de la norme R-2000, le système de cotation ÉnerGuide et le logiciel de modélisation HOT2000, avec de nouvelles procédures permettant aux constructeurs de maisons de démontrer que leurs maisons pouvaient générer autant d'énergie renouvelable qu'elles en consommaient en une année. RNCa a lancé un appel de demandes pour le projet CENZ R-2000. Les constructeurs participants de maisons à haut rendement ont eu droit à un soutien technique consistant en une modélisation du rendement énergétique de leurs maisons. Au total, 15 constructeurs se sont inscrits au projet CENZ R-2000, mais seuls deux d'entre eux ont réussi à construire et à faire homologuer une maison à consommation énergétique nette zéro dans le cadre du projet pilote (annexe A). Les autres constructeurs n'ont pas réussi à obtenir l'homologation CENZ pour diverses raisons, dont les suivantes :

- ils ont choisi de se retirer au lieu d'adapter la conception de leurs maisons aux exigences du projet pilote;
- ils n'ont pu respecter l'échéancier final pour l'homologation;
- ils ont utilisé des technologies interdites;
- ils n'ont pas installé le système photovoltaïque nécessaire pour obtenir le niveau de CENZ.

**Le projet de démonstration de maisons à consommation énergétique nette zéro écoEII** de RNCa, dirigé par Owens Corning, a reçu un soutien financier de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation de RNCa. On a retenu cinq constructeurs de maisons (annexe A) de différentes provinces canadiennes (Nouvelle-Écosse, Québec, Ontario et Alberta) pour la construction de maisons à consommation énergétique nette zéro prêtes à la vente. Les constructeurs ont bâti 11 maisons unifamiliales à CENZ, une unité de quatre maisons en rangée à CENZ, un immeuble résidentiel à logements multiples (IRLM) de 6 logements à CENZ, cinq maisons prêtes à la CENZ (dont le constructeur a utilisé des procédures de conception et de modélisation tout en choisissant de ne pas installer de systèmes d'énergie nécessaires à la CENZ). Les constructeurs de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation qui ont érigé des maisons à CENZ et des IRLM à l'aide des mêmes normes, méthodes et outils que les participants au projet CENZ R-2000 ont également pris part au projet pilote d'homologation CENZ R-2000 (mentionné ci-dessus).

Au total, 13 habitations unifamiliales à CENZ, une unité de 4 maisons en rangée à CENZ, un immeuble collectif à CENZ de six logements et cinq maisons prêtes à la CENZ ont été construits dans le cadre des deux initiatives. Pour les besoins du présent document, le terme « pilote » fait référence à tous les constructeurs de maisons à consommation énergétique nette zéro participants dont il est question ci-dessus; autrement, chacune des initiatives est mentionnée séparément.

Afin de démontrer que leurs maisons offraient une CENZ ou étaient prêtes à la CENZ, les participants au projet pilote devaient respecter les critères d’admissibilité, de modélisation, d’essai et d’homologation/étiquetage.

Les maisons pilotes figurent parmi les maisons les plus avant-gardistes en matière de rendement énergétique jamais construites au Canada. Leur conception repose sur 40 ans de recherche et d’innovation en construction de maisons écoénergétiques (voir le tableau 1) et bénéficie de l’apport des constructeurs, fabricants, universités, gouvernements fédéral et provinciaux, propriétaires et adopteurs qui ont investi dans ces maisons.

Les maisons pilotes représentent un pas de géant vers l’implantation à grande échelle de la conception et de la construction de maisons à faibles émissions de carbone et à consommation énergétique nette zéro. Elles combinent les technologies, pratiques et leçons tirées de l’Initiative de démonstration de maison durable EQUilibrium de la Société canadienne d’hypothèques et de logement, soit la première collaboration au Canada avec des constructeurs de premier plan pour la conception, la construction, la démonstration et le suivi de maisons à consommation énergétique nette zéro adaptées à la construction commerciale. D’ailleurs, le projet pilote constitue un jalon vers certains objectifs du Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques (par exemple, pour 2030 des codes du bâtiment sur la construction de maisons prêtes à la consommation énergétique nette zéro).

**Tableau 1 : Chronologie des programmes et initiatives canadiens de la maison performante**

Année/période	Initiative/programme
1977	Saskatchewan Conservation House
1980	Programme de la maison à haut rendement énergétique
Depuis 1982	Programme R-2000
Entre 1991 et 1993	La maison performante
Depuis 1998	Centre canadien des technologies résidentielles
Entre 2005 et 2009	Initiative de démonstration de maison durable EQUilibrium
2007	Factor 9 House
Entre 2013 et 2016	Projet pilote sur la consommation énergétique nette zéro R-2000
Entre 2013 et 2016	Projet de démonstration sur la consommation énergétique nette zéro de l’Initiative écoÉNERGIE sur l’innovation
2017	Programme d’identification de maison à consommation énergétique nette zéro (version 1) de l’Association canadienne des constructeurs d’habitations (ACCH)

Ce document résume les principaux résultats de la conception et de la construction des maisons pilotes, ainsi que l’expérience des constructeurs ayant participé au programme. Il explique également en quoi les programmes pilotes ont profité des connaissances acquises grâce à EQUilibrium.

## 2. Définition de la maison à consommation énergétique nette zéro

Voici les définitions des maisons à consommation énergétique nette zéro et prêtes à la consommation énergétique nette zéro:

La maison à consommation énergétique nette zéro (CENZ) produit autant d'énergie qu'elle n'en consomme chaque année grâce à ses sources d'énergie renouvelable sur place. Les maisons CENZ sont conçues, modélisées et construites conformément aux exigences techniques du projet pilote de maison à consommation énergétique nette zéro R-2000.

La maison prête à la consommation énergétique nette zéro (prête à la CENZ) est une variante de la maison à CENZ dans laquelle son constructeur n'a pas installé de système de production d'énergie renouvelable. Les maisons prêtes à la CENZ sont également conçues, modélisées et construites suivant les exigences techniques du projet pilote de maison à consommation énergétique nette zéro R-2000 à la différence qu'au lieu d'y installer un système permettant l'atteinte d'une CENZ, leurs constructeurs les dotent d'un système permettant d'atteindre la CENZ en y prévoyant lors de la construction l'installation éventuelle d'un tel système.

Les maisons pilotes regroupent tout un éventail de technologies et de pratiques de construction du commerce qui réduisent leur consommation d'énergie nécessaire au confort de leurs occupants. Ces maisons partagent trois caractéristiques :

- **Composition de l'enveloppe de bâtiment** : L'isolation des maisons CENZ et prêtes à la CENZ est généralement supérieure aux exigences des codes du bâtiment et sur la consommation énergétique en vigueur; ces maisons sont extrêmement étanches et ont moins de ponts thermiques que les maisons construites selon les codes. Munies de fenêtres et d'une isolation supérieure et minimisant les fuites d'air, ces maisons réduisent la perte de chaleur en hiver et l'entrée de chaleur au cours de l'été. Elles offrent un meilleur rendement énergétique tout en bonifiant le confort de leurs occupants. Ces maisons sont également mieux insonorisées grâce à leur enveloppe plus étanche.
- **Équipement à haut rendement** : Les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ font appel à des technologies très efficaces pour la climatisation (chauffage et refroidissement), le chauffage de l'eau, le contrôle de l'équipement, la ventilation, l'éclairage et les électroménagers (par exemple, certifiés ENERGY STAR®), qui en réduisent les besoins énergétiques d'autant plus et améliorent le confort de leurs occupants. Les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ comportent des ventilateurs-récupérateurs d'énergie et de chaleur qui assurent la qualité de l'air en évacuant les contaminants et en assurant à leurs occupants un apport d'air frais qui maintient la qualité de l'air intérieur tout en minimisant la consommation d'énergie.
- **Mesures de réduction des charges** : Les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ sont munies de systèmes d'éclairage à haut rendement qui réduisent la consommation d'électricité et de restricteurs de débit qui réduisent la consommation d'eau. Certains constructeurs y installent également des électroménagers à haut rendement.

Pour contrebalancer leur consommation énergétique annuelle, les maisons à CENZ font également appel à des technologies d'énergie renouvelable sur place telles que la technologie solaire photovoltaïque. Les maisons prêtes à la CENZ quant à elles permettent à leur propriétaire d'installer sans difficulté quand bon leur semble des systèmes de production d'énergie renouvelable.

### 3. Améliorations, progrès et changements par rapport aux initiatives précédentes en matière de CENZ

Du point de vue de la modélisation et de la certification, les leçons et expériences acquises du projet EQUilibrium ont mené RNCAN à apporter deux changements importants à leurs exigences pilotes :

1. **Cotes de rendement de l'équipement** : Même si de nouvelles limites ont été imposées par les démonstrations de maison à CENZ et à faible consommation d'énergie, RNCAN a également stipulé que l'ensemble des systèmes mécaniques et de production d'énergie renouvelable devaient être modélisés à l'aide du logiciel HOT2000 à partir de données issues d'une norme acceptée sur les essais de rendement. Cela voulait dire que toute technologie émergente jamais testée auparavant pour le Canada n'était pas admise dans le projet pilote. Cette exigence avait pour but de démontrer que les constructeurs canadiens pouvaient utiliser des technologies déjà disponibles pour construire leurs maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ.
2. **Charges de base des électroménagers et des systèmes d'éclairage** : Les initiatives de démonstration de maisons à CENZ ou à faible consommation d'énergie autorisaient les constructeurs à alléguer d'importantes réductions de charges des électroménagers et des systèmes d'éclairage sans toutefois spécifier de méthode de calcul de ces réductions. Les évaluations après construction des maisons EQUilibrium ont cependant révélé que les électroménagers et les systèmes d'éclairage de ces dernières consommaient invariablement plus d'électricité que ce qui était prévu lors de leur conception. Pour que les maisons pilotes aient plus de chance d'atteindre une CENZ, RNCAN a établi une méthode prescriptive pour le calcul des charges des électroménagers et des systèmes d'éclairage. Cette méthode a permis de réduire la baisse des charges admissibles alléguée par les constructeurs de maisons pilotes.

## 4. Expérience des constructeurs de maisons pilotes

Au terme du projet pilote, RNCAN a demandé aux constructeurs participants de livrer leurs observations et commentaires sur diverses questions, notamment sur les coûts et l'abordabilité, les pratiques de construction, les approbations régulatrices et la connaissance qu'avaient les propriétaires des technologies des maisons CENZ et prêtes à la CENZ. Voici les points de vue et expériences des constructeurs qui ont pris part aux initiatives pilotes:

### Avantages des maisons CENZ et prêtes à la CENZ

Les constructeurs participants voient plusieurs avantages à la maison CENZ, y compris le confort thermique et un intérieur plus tranquille pour les occupants ainsi que des factures énergétiques annuelles à la baisse qui protègent les propriétaires contre les hausses des prix de l'énergie.

### Coûts et abordabilité

Voici ce que les constructeurs des maisons pilotes pensent des coûts de construction et de l'établissement des prix des maisons à CENZ :

- **Il est difficile d'en établir les coûts :** Les constructeurs estiment que les coûts de construction sont difficiles à calculer lors de la conception, en partie parce que les coûts engendrés par les problèmes et les retards dus à l'utilisation de technologies de pointe et aux méthodes de construction sont difficiles à établir. Un constructeur souligne que son plus important défi quant aux coûts concernait le pays d'origine des systèmes d'énergie renouvelable mécaniques et solaires. Par exemple, les entrepreneurs et sous-traitants ne pouvaient lui garantir les prix que pour trois mois parce que ces systèmes étaient soumis à la fluctuation des taux de change (entre les devises américaines et canadiennes). Les constructeurs ont donc dû facturer des primes plus élevées et conserver des fonds de prévoyance plus élevés en raison des risques. Certains affirment par contre qu'ils ont réussi à rapidement peaufiner leurs coûts après les quatre ou cinq premières maisons.
- **Les coûts et les avantages ne semblent pas évidents pour les acheteurs :** Les constructeurs soulignent que les mises de fonds initiales plus élevées associées aux maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ peuvent rebuter certains acheteurs ou les pousser vers le marché de la revente. Traditionnellement, les acheteurs de maison attachent plus d'importance à des changements plus concrets tels que la finition intérieure et à d'autres commodités qu'à l'efficacité énergétique. Un constructeur souligne que compte tenu du coût du gaz naturel et de l'électricité sur la plupart des marchés, les acheteurs ne sont peut-être pas disposés à attendre longtemps pour récupérer leur investissement.
- **Incertitude quant à la valeur de revente :** Les acheteurs, courtiers immobiliers et établissements prêteurs doutent de la valeur de revente des maisons à CENZ, arguant que les maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ ne vaudront pas plus cher que les maisons conventionnelles dans les années à venir. Les secteurs des finances et de l'immobilier, y compris les évaluateurs de maisons, les courtiers immobiliers et les prêteurs, doivent quantifier et partager la proposition de valeur de ces produits afin de lever les inquiétudes des acheteurs qui pourront alors prendre une décision éclairée quant à l'achat d'une maison CENZ ou prête à la CENZ.

## Pratiques de construction

Les maisons CENZ et prêtes à la CENZ peuvent être très différentes des pratiques de construction et des codes du bâtiment actuels. Les constructeurs de maisons pilotes ont souligné qu'il est particulièrement exigeant de passer rapidement à une maison CENZ en raison du grand nombre de défis simultanés. Un constructeur a mentionné qu'un passage graduel aux maisons à CENZ et prêtes à la CENZ faciliterait la transition.

Les coûts afférents et le travail de conception supplémentaire, les pratiques changeantes, l'obtention des approbations et la correction des erreurs peuvent rapidement faire fondre les marges de profit. Les constructeurs de maisons pilotes ont mentionné les défis suivants :

- **Formation** : Les maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ ont des enveloppes dont les composants et les étapes d'assemblage diffèrent de la pratique traditionnelle. Même si la plupart des constructeurs des maisons pilotes ont utilisé des produits vendus dans le commerce par d'importants fournisseurs de matériaux d'isolation, ils soulignent que la formation des corps de métier pose des défis. La formation des sous-traitants sur certains détails liés à l'installation et à la construction de maisons à haut rendement peut nécessiter d'importants investissements de la part des constructeurs. Les participants sont également préoccupés par la difficulté à garder les travailleurs; les constructeurs doivent constamment donner de la formation parce que les sous-traitants vont d'un chantier à l'autre. Si les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ connaissent un essor, les constructeurs auront besoin de travailleurs compétents dans la construction d'enveloppes à haut rendement qui demandent des prix raisonnables. Malgré ces défis, un constructeur participant à l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation souligne que les coûts afférents aux travailleurs et à la formation ont chuté entre chacune des maisons CENZ construites. Après la construction de cinq de ces maisons, il estime que la construction de ce type de maison ne prend pas plus de temps qu'une maison standard.
- **Contrôle de la qualité** : Le contrôle de la qualité est essentiel dans la construction des maisons à haut rendement et à CENZ ou prêtes à la CENZ. Par exemple, en négligeant certains détails on risque de laisser des ouvertures laissant fuir l'air et du coup rendre difficile, voire impossible, l'atteinte des objectifs en matière d'étanchéité tout en augmentant les risques de condensation à l'intérieur des murs. Les erreurs peuvent être difficiles et coûteuses à corriger. Les participants au projet pilote parlent de l'importance de superviseurs de chantier compétents possédant de l'expérience dans la construction de maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ. En particulier, les superviseurs doivent être compétents dans la combinaison de diverses technologies et divers assemblages de maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ (par exemple, voir la maison comme un système) et dans la planification et la coordination des différents corps de métier afin de prévenir des conséquences inattendues.
- **Planification** : Parallèlement à l'étalement évident des calendriers de construction en raison du nombre accru de niveaux d'installation à la grandeur des maisons et des mesures de contrôle de la qualité (par exemple, les essais d'étanchéité), la construction de maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ confronte les constructeurs à de nouveaux défis de planification. Ainsi, les corps de métier qui normalement ne se côtoient pas sur un chantier de construction conventionnel peuvent le faire et hésiter avant d'accomplir certaines tâches interdépendantes. Si elle n'est pas adéquatement coordonnée, une inspection supplémentaire de l'installation du système

photovoltaïque et du raccordement au réseau par l'Office de la sécurité des installations électriques (OSIE) pourrait affecter et retarder la planification des activités en aval, notamment les inspections par les autorités municipales du code du bâtiment et les tests d'infiltrométrie.

### Approbations de l'organisme responsable du code et du distributeur local d'électricité

**Formation des inspecteurs en bâtiment :** Les technologies des maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ diffèrent des pratiques standard. Les autorités du code et les inspecteurs du bâtiment peuvent ne pas connaître les méthodes liées à la CENZ et avoir besoin de formation supplémentaire en sciences du bâtiment pour comprendre et atténuer les conséquences inattendues. Par exemple, les constructeurs de maisons pilotes ont signalé que les inspecteurs municipaux s'attendaient à voir des pare-vapeur en polyéthylène déjà en place lors de leurs inspections des structures, même si ces détails ne sont pas recommandés pour les murs à haut rendement avec revêtement extérieur peu imperméable et imperméable et pare-air intégrés.

Outre ces défis, certains comités et règlements municipaux d'architecture et de planification imposent des restrictions à l'installation des photovoltaïques. Ainsi, un organisme municipal responsable du code a interdit au constructeur d'une maison pilote d'installer des photovoltaïques sur la devanture de la maison (côté rue). Cela peut être un inconvénient majeur pour la CENZ si, par exemple, la devanture offre l'orientation optimale pour ces panneaux.

La caractéristique la plus visible de la maison à CENZ, les photovoltaïques, donne lieu à des enjeux particuliers en matière d'approbation :

- Du point de vue des constructeurs, les distributeurs locaux, c'est-à-dire les compagnies qui transportent l'électricité des lignes de transmission jusqu'aux résidences, n'ont fait preuve d'aucun empressement à accepter le raccord des photovoltaïques à leur réseau; certains constructeurs ont attendu leurs permis durant des mois.
- Les constructeurs font remarquer que certains distributeurs locaux ne connaissent pas les compteurs bidirectionnels à facturation nette installés sur les maisons à CENZ même si ces compteurs sont rendus obligatoires par les lois de leur province.
- Les électriciens peuvent mal connaître les procédures d'inspection de l'Office de la sécurité des installations électriques et les délais de connexion au réseau.
- Dans certaines zones de service, les distributeurs locaux peuvent être incapables de raccorder les photovoltaïques à leur réseau. Un participant au projet pilote souligne que le distributeur n'a pas réussi à brancher les photovoltaïques au réseau, ce qui l'a empêché de respecter les exigences du projet.

### Sensibilisation des propriétaires aux technologies de CENZ et à leurs avantages

Les constructeurs de maisons pilotes conviennent généralement que la sensibilisation des propriétaires aux technologies, pratiques et avantages de la CENZ n'évolue pas au rythme de l'industrie. En général, les acheteurs de maison ne font pas le lien entre les avantages des maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ (par exemple, le confort thermique accru à long terme pour les occupants, la meilleure qualité de l'air et les coûts de fonctionnement de loin inférieurs) et leur investissement de départ. D'après une étude sur les préférences des acheteurs de maison, un constructeur a remarqué que les acheteurs se questionnent sur les besoins liés à l'entretien, la durée de vie (surtout des panneaux solaires) et les frais

de remplacement, et se demandent si ces maisons fonctionnent différemment des maisons conventionnelles. Par surcroît, les règles et règlements sur la facturation nette et le raccordement au réseau ne sont pas clairs pour les propriétaires. C'est une question importante pour les acheteurs qui veulent comprendre leurs factures de services publics avant d'acheter une maison neuve.

### Conception de maisons – des améliorations grâce à l'itération

Un constructeur participant à l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, de concert avec son consultant en énergie, a continué à rationaliser et à faire évoluer la conception de chaque maison successive de l'initiative, réduisant ainsi les coûts de construction et le temps requis.

- En réduisant l'épaisseur de l'isolant XPS (polystyrène extrudé) de trois à deux pouces (de 75 mm à 50 mm), ce constructeur a pu simplifier la conception des murs. Le profil du mur plus mince lui a permis d'utiliser des pièces de fixation, des ancrages de brique et des clés de fondation standard au lieu de pièces spécialisées plus dispendieuses. Il a également réduit d'un pouce (25 mm) l'épaisseur de la fondation qui supporte malgré cela le placage en brique. Grâce à ces économies en matériel, main-d'oeuvre et béton, il a réduit ses coûts de 3 000 \$ à 5 000 \$.
- Le système mécanique a été optimisé en remplaçant la thermopompe électrique à haut rendement (dans la conception initiale de la maison) qui peut fonctionner à des températures inférieures à -20 °C, par une fournaise au gaz hybride de petite capacité jumelée à une thermopompe électrique (dans les conceptions ultérieures de la maison), ce qui permet d'économiser jusqu'à 6 000 \$. Dans ce système hybride, la thermopompe fournit efficacement de la chaleur à des températures plus douces (au-dessus de -15 °C) et passe à la fournaise à gaz par temps plus froid.
- La cible de niveau d'étanchéité entre 1 et 1,5 renouvellement d'air par heure (à 50 Pa) a permis de réduire le temps de travail d'environ 40 heures, pour des économies d'environ 2 000 \$.
- La thermopompe à eau chaude originale, très dispendieuse à installer et à faire fonctionner, a été remplacée par un compresseur-condensateur au gaz naturel avec récupérateur de chaleur des eaux grises (à 60 %), pour des économies d'environ 2 000 \$.

Les deux dernières de cinq maisons à CENZ ont atteint leur « point idéal » avec un juste équilibre entre les niveaux d'isolation, l'étanchéité et la quantité de photovoltaïques, permettant de réduire considérablement les coûts par rapport à la première maison tout en offrant relativement le rendement prévu. Les protocoles techniques des maisons à CENZ R-2000 de RNCAN ont empêché la perte de rendement de l'enveloppe des maisons au profit de systèmes d'énergie renouvelable (par exemple, des photovoltaïques) en veillant à ce que l'enveloppe n'assure pas moins de 33 % de l'amélioration de l'efficacité énergétique de la maison par rapport aux critères du code du bâtiment.

Le constructeur, qui a consenti à ériger des maisons à CENZ dans la presque totalité de ses nouveaux projets, recommande d'y inclure des systèmes de chauffage biénergie (électricité et gaz naturel), le coût d'utilisation des thermopompes à l'air pouvant s'avérer prohibitif.

## 5. Observations du projet pilote

L'examen de la conception des maisons pilotes et les commentaires des constructeurs sur les maisons à CENZ actuelles ont permis de dégager les observations suivantes.

### Principes de conception des maisons à CENZ/prêtes à la CENZ

Les constructeurs du projet pilote ont appliqué les mêmes principes de conception que dans les autres projets de démonstration de maisons à CENZ et à faible consommation d'énergie :

1. Conception et construction d'une enveloppe bien isolée avec couche d'air isolante.
2. Utilisation d'équipement et d'électroménagers à haut rendement; par exemple, un éclairage aux DEL et de l'équipement ENERGY STAR, mesures de conservation telles que des luminaires à faible rayonnement et thermostats intelligents réduisant la consommation d'énergie de la maison.
3. Utilisation de matériel de chauffage de l'air et de l'eau, et de ventilation de taille appropriée pour une maison à haut rendement (par exemple, à petites charges).
4. Utilisation de technologies d'énergie renouvelable sur place (pour les maisons à CENZ) ou configuration de la maison en vue de l'utilisation de ces technologies (maison prête à la CENZ).

L'un des principaux objectifs du projet pilote était de démontrer que ces principes sont pertinents dans la conception de maisons orientées sur la production et qu'ils facilitent un rendement à CENZ à faible coût à l'aide de technologies existantes.

### Attributs des maisons pilotes

Le tableau 2 ci-dessous fournit certains des principaux attributs sur le système mécanique et l'enveloppe communs à toutes les maisons pilotes, avec les plages de rendement que les constructeurs ont adopté pour concevoir leur maison à CENZ. Le cas échéant, les exigences minimales qui figurent dans le Code national du bâtiment du Canada de 2015 sont fournies en guise de référence seulement. L'annexe B présente les caractéristiques et les spécifications en matière de conception appliquées à un échantillonnage des maisons pilotes.

Dans la plupart des cas, les niveaux de rendement minimum des maisons à CENZ dépassaient les exigences minimales du Code national du bâtiment (CNB). Tous les attributs des maisons à CENZ, en tenant compte de leurs zones climatiques respectives, ont largement dépassé ceux décrits dans le CNB.

**Tableau 2 : Plage de niveaux de rendement des différents attributs des maisons pilotes CENZ**

Attributs	Plages des maisons pilotes CENZ	Code national du bâtiment 2015 <sup>1</sup>
Étanchéité à l'air (RA/h à 50 Pa) – maximum prescrit de 1,5 RA/h <sub>50</sub>	Entre 0,43 et 1,5	2,5 RA/h à 50 Pa <sup>2</sup>
Résistance thermique de la pellicule d'air intérieure (RSI) du toit/grenier (valeur R)	Entre 9,3 et 15,12 (R-53 – R-86)	6,9 – 10,43 <sup>3</sup> (R-39 – R-59)
RSI mur extérieur principal <sup>4</sup> (valeur R)	Entre 4,57 et 7,47 (R-26 – R-42)	2,78 – 3,08 <sup>3</sup> (R-16 – R-17)
RSI mur de fondation (valeur R)	Entre 4,32 et 6,37 (R-25 – R-36)	1,99 – 2,98 <sup>3</sup> (R-11 – R-17)
RSI sous la dalle – au-dessus de la ligne de gel (valeur R)	2,64 (R-15)	Planchers non chauffés <sup>3</sup> 1,96 (R-11)
RSI sous la dalle – sous la ligne de gel (valeur R)	Entre 1,76 et 3,52 (R-10 – R-20)	Planchers non chauffés <sup>3</sup> Non isolés
Valeur U fenêtres (W/m <sup>2</sup> K)	Entre 1,15 et 0,94	Entre 1,8 et 1,4
RE des fenêtres	Entre 25,92 et 44,16	Entre 21 et 29
Chauffage des locaux (thermopompe à air)	CPSC Entre 7,83 et 9,74	CPSC ≥ 7,0
Chauffage de l'eau (chauffe-eau à thermopompe) <sup>5</sup>	FE 2,73 – 3,27	Thermopompe <sup>1</sup> FE ≥ 2,0
Efficacité du ventilateur-récupérateur de chaleur (@ 0 °C/@ -25 °C)	67 %/60 % à 84 %/72 %	60 % @ 0 °C 55 % @ -25 °C
Efficacité de la récupération de chaleur des eaux grises	De 42,0 % à 58,9 %	S. O.
Capacité photovoltaïque solaire – maisons à CENZ seulement (kW)	Entre 6,2 et 11,2	S. O.

<sup>1</sup> Valeurs basées sur les zones climatiques 4 à 8 pour maisons chauffées par thermopompe.

<sup>2</sup> Taux de fuite d'air présumé à l'aide de la méthode de calcul de rendement 9,36 du CNB; ce n'est pas une exigence obligatoire.

<sup>3</sup> Valeurs de résistance thermique efficace; maisons avec ventilateur-récupérateur de chaleur.

<sup>4</sup> Les cinq constructeurs (voir l'annexe A) de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation ont utilisé uniquement un isolant extérieur avec pare-air intégré pour l'enveloppe du bâtiment; système fourni, fabriqué et distribué par Owens Corning, le principal partenaire de la démonstration écoEII. Les deux constructeurs des maisons pilotes à CENZ R-2000 ont utilisé un mur isolé à double ossature et un mur extérieur isolé, respectivement.

<sup>5</sup> L'un des constructeurs a installé dans sa maison un chauffe-eau au gaz naturel sans réservoir (FE de 0,98).

## En quoi les maisons pilotes construites diffèrent des précédents modèles de maisons à CENZ

RNCAN a examiné les plans des maisons présentées dans le cadre du projet pilote et les a comparés à ceux des maisons construites lors des programmes de démonstration précédents de maisons à faible consommation, dont les maisons à CENZ construites dans le cadre d'Équilibre. Même si le programme pilote comportait certaines exigences spécifiques, les comparaisons suivantes permettent de mieux comprendre comment les constructeurs ont intégré les technologies et les méthodes à leurs maisons pilotes.

- **Systèmes mécaniques simplifiés** : L'analyse de la conception des maisons pilotes à CENZ révèle que les constructeurs ont misé sur des méthodes simplifiées fondées sur des technologies existantes éprouvées. Alors que les maisons à CENZ précédentes faisaient abondamment usage de systèmes adaptés et expérimentaux solaires thermiques pour le chauffage des pièces et de l'eau, les maisons pilotes emploient exclusivement des technologies existantes (par exemple, des thermopompes à air pour climats froids). Toutes ces dernières, sauf une, utilisent des chauffe-eau à thermopompe.
- **Enveloppe économique** : Toutes les maisons pilotes à CENZ dépassent de loin les niveaux d'isolation exigés par les codes du bâtiment en vigueur et présentent des taux d'étanchéité à l'air supérieurs aux maisons conventionnelles. Malgré tout, la quantité d'isolant contenu dans les murs, le grenier et sous terre est inférieure à celle des maisons à CENZ précédentes. Sans doute parce que la thermopompe à air à haut rendement a permis de compenser les propriétés thermiques de l'enveloppe du bâtiment tout en obtenant un rendement énergétique global CENZ pour la modélisation. Étant donné que le principal partenaire de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation était le commanditaire du projet et le fournisseur de l'isolant, tous les constructeurs participants ont utilisé le même parement extérieur isolé et le même coupe-air.
- **Recours moindre à l'énergie solaire passive** : La plupart des participants au projet pilote de maisons à CENZ étaient des constructeurs de maisons en série dans des lotissements. Le faible nombre de lots avec exposition au sud a souvent empêché d'optimiser l'utilisation de l'énergie solaire passive. Néanmoins, les constructeurs ont souligné que leurs maisons pilotes étaient conçues pour limiter les apports par rayonnement solaire, réduisant le risque de surchauffe et par le fait même l'énergie nécessaire au refroidissement de ces maisons hautement isolées. Si bien que les maisons pilotes comportaient de plus petites fenêtres côté sud que les maisons à faible consommation d'énergie ou à CENZ des projets précédents.
- **Utilisation accrue des photovoltaïques solaires** : Les constructeurs de maisons pilotes ont fait plus grand usage de systèmes photovoltaïques solaires qui produisent de l'électricité grâce à la lumière du soleil. Ces constructeurs ont presque doublé les photovoltaïques par rapport à la superficie de plancher en mètres carrés des démonstrations précédentes (comme Équilibre). L'un des facteurs déterminants de l'utilisation accrue des photovoltaïques est la diminution de leur coût qui était lors de la construction inférieur au coût d'il y a dix ans. Cette utilisation accrue déloge d'autres technologies à énergie solaire. Ainsi, aucun constructeur n'a utilisé de système de chauffage solaire thermique pour les aires habitables et l'eau.

Au bout du compte, les données fournies par les constructeurs de maisons pilotes suggèrent que les coûts de construction de maisons à CENZ sont en baisse. Bien que les coûts varient d'un constructeur à

l'autre, le coût médian pour convertir une maison conforme au code en maison à CENZ (avec systèmes d'énergie renouvelable) dans le cadre du projet pilote était de 340 \$/m<sup>2</sup> (31 \$/pi<sup>2</sup>). Si ces maisons avaient été construites aux normes de CENZ, le coût estimé de leur mise à niveau aurait été d'environ 164 \$/m<sup>2</sup> (16 \$/pi<sup>2</sup>).

Les coûts observés sont inférieurs aux coûts de référence liés à la CENZ, y compris à ceux de l'initiative EQUilibrium. Le principal facteur de réduction de ceux-ci est la chute des prix des photovoltaïques. À l'époque d'EQUilibrium, les coûts des photovoltaïques étaient d'environ 10 \$/W installés, tandis que les constructeurs de maisons pilotes les ont payés en moyenne 3,50 \$/W installés.

Les analyses menées dans le cadre du projet pilote de CENZ démontrent que les factures des services publics pour maisons à CENZ et prêtes à la CENZ sont inférieures à celles des maisons conformes au Code national du bâtiment de 2015. Les économies en services publics varient selon les tarifs locaux et les maisons auxquelles sont comparées les maisons à CENZ.

- Les économies réalisées grâce aux maisons à CENZ et prêtes à la CENZ augmentent si on les compare à des maisons conformes au code munies de générateurs de chaleur à résistances électriques. À Calgary, à Ottawa et à Toronto, les économies médianes en services publics par rapport à ces maisons étaient d'environ 2 000 \$ par année pour les maisons prêtes à la CENZ et d'environ 3 600 \$ par année pour les maisons à CENZ (avec photovoltaïques).
- Ces économies diminuent lorsqu'on les compare à ces maisons à chauffage au gaz conformes au code du bâtiment. On estime les économies médianes des maisons prêtes à la CENZ à environ 400 \$ par année; celles des maisons à CENZ à quelque 2 000 \$ par année.

Bien que les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ consomment moins d'énergie et coûtent moins cher en services publics, plusieurs facteurs font qu'il est peu probable qu'elles réduisent à zéro la facture des services publics.

- La consommation de mazout dépend des conditions météorologiques et des habitudes et styles de vie des occupants qui ne cadrent pas nécessairement dans les paramètres envisagés de conception et de modélisation.
- Aménagement des réseaux provinciaux et territoriaux des services publics et coûts afférents en combustibles.
- Disponibilité et tarifs de la facturation nette et de raccordement au réseau.
- À moins que leurs maisons soient totalement indépendantes du réseau, les propriétaires sont tenus de payer des frais fixes couvrant les coûts d'infrastructure et d'administration des services publics. Pour les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ, ces frais constituent une large part de la facture de services publics.

## Reproductibilité

La section 4 expose les réelles embûches relevées par les constructeurs de maisons en série ayant pris part au projet pilote (par exemple, le coût, l'abordabilité et les pratiques de construction) qui semblent accroître les risques qu'ils encourent et qui sont susceptibles de freiner l'adoption à grande échelle des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ par les constructeurs de maisons en série. Malgré les améliorations

apportées au cadre du programme pilote par rapport aux initiatives précédentes, la production des maisons à CENZ ou prêtes à la CENZ semble ne pas vouloir franchir l'étape du modèle unique.

À ce jour, l'adoption à grande échelle de ces maisons est bloquée par certains enjeux tels que le choix de systèmes et d'équipement de chauffage, de climatisation et de ventilation appropriés, une main-d'oeuvre formée et qualifiée, et des processus d'approbation pertinents de la part des autorités compétentes. En outre, les niveaux de production actuels des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ sont inférieurs aux volumes nécessaires à des économies d'échelle.

Il est fort probable que certaines des embûches et certains des problèmes soulevés par les constructeurs de maisons pilotes ne seront aplanis que si on stimule et encourage une hausse de production de ces maisons parallèlement au développement de technologies et de pratiques rentables et fiables. Malgré tout, les constructeurs de maisons pilotes continuent de peaufiner la conception et les méthodes de construction de leurs maisons. L'un d'eux construit maintenant la presque totalité de ses développements domiciliaires avec des maisons prêtes à la CENZ.

## 6. Travail à venir

Même si le projet pilote a permis de démontrer que les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ peuvent être érigées à coûts abordables par des constructeurs de maisons en série à l'aide de produits et de technologies disponibles sur le marché, certains obstacles bloquent encore l'adoption à grande échelle de ces maisons.

### Contrôles des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ

La principale lacune en matière de connaissances sur les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ demeure le manque de données de rendement glanées à même les chantiers. Alors que l'initiative EQuilibrium a été suivie d'une année de contrôle exhaustif de maisons occupées, on dispose de peu de données indépendantes et validées sur les maisons pilotes. Bien que certains participants au projet pilote aient installé du matériel de surveillance sur certains composants spécifiques, les constructeurs n'avaient aucune stratégie cohérente quant aux relevés si bien que les données sur ces maisons n'ont pas été compilées. Dès lors, on ignore combien de maisons ont atteint ou dépassé la CENZ.

Malgré ces résultats de contrôle limités, on s'attend à ce que les maisons pilotes consomment beaucoup moins d'énergie que les maisons conventionnelles qui respectent les normes d'efficacité énergétique en vigueur. Les mesures des enveloppes du bâtiment (avec isolation, fenêtres de meilleure qualité et techniques améliorées pour les étanchéiser) démontrent des réductions prévisibles et constantes du chauffage des locaux.

De nombreux facteurs qui échappent au contrôle des constructeurs influent sur la consommation d'énergie, mais deux d'entre eux ont un effet particulièrement important sur le rendement de ces maisons : les conditions météorologiques et les occupants (leur nombre, leurs comportements et leur style de vie). Ces deux facteurs se fondent sur des valeurs présumées dans le logiciel de modélisation prédictive de la consommation d'énergie. Il est donc difficile de les comparer au rendement réel des maisons. Quoi qu'il en soit, des études antérieures démontrent hors de tout doute que les maisons à CENZ consomment beaucoup moins d'énergie que les maisons similaires conformes au code et les meilleures connaissances suggèrent que l'énergie consommée annuellement est quasi nulle.

## Rendement à long terme de l'enveloppe

Les maisons à CENZ font appel à des technologies inédites qui changent le comportement de leur enveloppe, et plus particulièrement de leurs murs :

- La quantité accrue d'isolant réduit la perte de chaleur par les murs dont la température intérieure est dès lors modifiée.
- Les matériaux isolants à faible perméance influent sur le passage de l'humidité dans les murs.

À la lumière de ces nouvelles approches, certains observateurs de l'industrie de la construction se posent la question suivante : quelle sera l'incidence des murs des maisons à CENZ sur la durée de vie de ces dernières? Des indices probants laissent croire que ces systèmes muraux sont suffisamment durables et résilients pour être utilisés au Canada :

- Tous les matériaux de l'enveloppe des maisons pilotes sont approuvés par le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) et acceptés par ce dernier dans la construction au Canada.
- La plupart des maisons pilotes ont des systèmes muraux faits de panneaux isolés; les chercheurs du fédéral et des milieux universitaires étudient ces systèmes depuis 20 ans.
- Des chercheurs du milieu universitaire et des consultants privés utilisent des méthodes de simulation du comportement de la chaleur et de l'humidité pour évaluer le rendement de ces systèmes sous tout un éventail de conditions météorologiques.
- Depuis 30 ans, des variantes de ces systèmes sont utilisées dans les programmes de démonstration et d'homologation des maisons à faible consommation d'énergie (voir le tableau 1) et permettent de plus en plus d'assurer la conformité des maisons aux codes provinciaux du bâtiment; par exemple à la norme supplémentaire SB-12 du Code du bâtiment de l'Ontario.
- Un travail complémentaire mené par des tierces parties permet d'évaluer des variantes de ces systèmes, avec différentes combinaisons de pare-air, de parements, de charpentes, d'isolants et de pare-vapeur. Ces systèmes et les recommandations quant à leur utilisation sont mis à la disponibilité du public<sup>1</sup>.

Toutes les preuves disponibles indiquent que ces systèmes muraux conviennent aux maisons construites au Canada.

Il y a toutefois lieu de poursuivre la recherche. Lors des démonstrations précédentes sur l'efficacité énergétique (dont le programme R-2000), les chercheurs du fédéral ont fait des suivis à long terme des maisons construites pour s'assurer qu'elles demeureraient durables et confortables et qu'elles répondaient aux attentes. La diligence raisonnable dicte de faire un même suivi des maisons du projet pilote. En outre, les nouveaux matériaux isolants peuvent s'avérer plus faciles et rentables pour les constructeurs de maisons à CENZ. Il faudra par contre les surveiller et les modéliser pour en vérifier la durabilité.

---

<sup>1</sup> Voir la calculatrice de conception thermique des murs du Conseil canadien du bois (<http://cwc.ca/fr/resources-french/wall-thermal-design>)

## 7. Observations finales

Dans le cadre du projet pilote R-2000 de maisons à CENZ et des démonstrations de l'Initiative écoÉNERGIE sur l'innovation, 13 habitations unifamiliales, une unité de 4 maisons en rangée et un immeuble résidentiel de 6 logements ont été construits selon les niveaux de rendement à CENZ, outre les cinq maisons prêtes à la CENZ. Ces maisons figurent parmi les maisons dont le rendement énergétique est le plus élevé au Canada. Elles constituent une importante étape vers l'adoption à grande échelle des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ.

Les maisons construites dans le cadre du projet pilote font généralement appel à des technologies existantes, contrairement à celles des programmes antérieurs de maisons à CENZ et à faible consommation d'énergie. Elles comportent des produits du commerce et non des systèmes énergétiques adaptés ou expérimentaux. Bien que le coût de construction de ces maisons à CENZ et prêtes à la CENZ soit encore plus élevé que celui des maisons conformes au code, l'écart de coût a énormément diminué dans le projet pilote par rapport aux programmes et initiatives précédents de démonstration de maisons à faible consommation d'énergie.

Certes, le Canada en sait plus que jamais sur les maisons à CENZ et prêtes à la CENZ, mais il faut poursuivre la recherche pour permettre leur commercialisation.

- Le rendement des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ actuelles n'a pas été confirmé, ni par contrôle ni par vérification des factures de services publics, d'où une certaine incertitude quant aux économies d'énergies alléguées.
- Les nouvelles approches comme les nouveaux matériaux qui n'ont pas encore été testés dans des environnements canadiens risquent d'influer sur la durabilité de l'enveloppe. Il convient donc de les étudier.
- Il faut également poursuivre le travail pour mieux comprendre et optimiser les coûts de construction des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ afin de les rendre plus abordables pour les Canadiens.
- Avec l'âge, ces maisons devront faire l'objet de suivis par les chercheurs qui voudront s'assurer qu'elles satisfont les attentes en matière de rendement, de confort et de durabilité.

Il est possible de combler ces lacunes par des suivis permanents. Les efforts de contrôle de la consommation d'énergie, de l'humidité dans les murs, de la qualité de l'air intérieur, du confort thermique et de la perception qu'ont les occupants de leur environnement, et de faire concorder les factures de services publics avec les modèles et les outils de prévision, favoriseront la confiance des consommateurs et de l'industrie envers la conception et les technologies des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ.

Les constructeurs ayant participé au projet pilote ont souligné les changements que les maisons CENZ apportent à la construction de maisons en série. Leurs commentaires révèlent que les maisons à CENZ constituent des défis non seulement pour les constructeurs, mais également pour les sous-traitants, les inspecteurs en bâtiment, les services municipaux responsables de l'approbation des codes et des services publics, les courtiers immobiliers et même les acheteurs de maison. Ces groupes sont peu familiers avec les composants des maisons à CENZ, leurs calendriers et coûts de constructions, et les avantages qu'elles offrent. Les constructeurs estiment que de meilleures ressources allouées à la

formation des sous-traitants et du personnel d'homologation des bâtiments permettraient de réduire les coûts et les délais associés aux maisons à CENZ. Des efforts de sensibilisation auprès des acheteurs de maison, de l'industrie immobilière et des établissements prêteurs permettraient au marché de comprendre la valeur et les avantages de ces maisons et de se préparer à y investir dès l'étape des adopteurs précoces.

Alors qu'une sensibilisation et une formation accrues seront les fondements d'un plus large déploiement des maisons à CENZ et prêtes à la CENZ, la capacité de l'industrie augmentera au fur et à mesure que les constructeurs ajouteront ces maisons dans les modèles qu'ils construisent. Une participation accrue dans les programmes et les projets de démonstration facultatifs tels que R-2000, le Programme d'identification de maison à consommation énergétique nette zéro de l'ACCH et dans la maison passive est fondamentale pour atteindre les objectifs du cadre pancanadien. Le cadre pancanadien vise à augmenter l'efficacité énergétique des nouveaux bâtiments grâce à l'élaboration et à l'adoption de codes du bâtiment de plus en plus rigoureux à compter de 2020 afin que les provinces et territoires adoptent d'ici 2030 un code pour la construction de bâtiments prêts à la CENZ.

## ANNEXE A

### CONSTRUCTEURS PARTICIPANTS AU PROJET PILOTE SUR LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE NETTE ZÉRO R-2000

Habitat Studio – Edmonton, Alberta



Sloot Construction Ltd. – Guelph, Ontario



### CONSTRUCTEURS PARTICIPANTS AU PROJET DE DÉMONSTRATION DE MAISONS À CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE NETTE ZÉRO DE L'INITIATIVE ÉCOÉNERGIE SUR L'INNOVATION

Reid's Heritage Houses – Guelph, Ontario



Minto Communities – Ottawa, Ontario  
Detached House



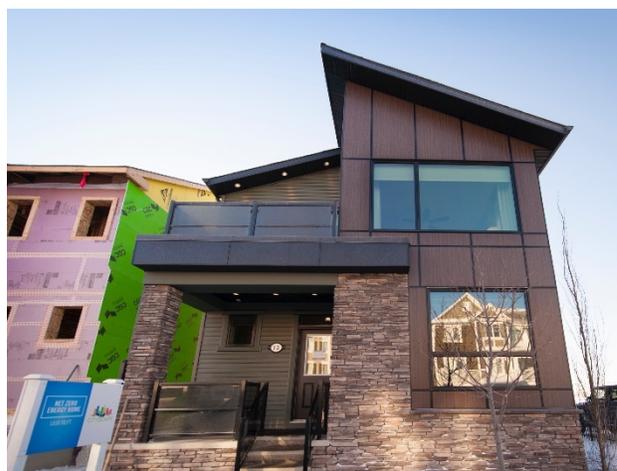
Minto Communities – Ottawa, Ontario (quatre unités d’habitations contiguës)



Construction Voyer – Laval, Québec



Mattamy Houses – Calgary, Alberta



Remarque :

**Provident Developments Inc.** (Halifax, Nouvelle-Écosse) a également participé à l’Initiative écoÉNERGIE sur l’innovation, construisant 5 maisons prêtes à la CENZ.

## ANNEXE B

### Caractéristiques de conception des maisons pilotes modèles prêtes à la CENZ de chacun des constructeurs participants

Constructeur	Habitat Studio (Edmonton, AB)	Mattamy (Calgary, AB)	Minto – Simple (Ottawa, ON)	Minto – Contiguë (Ottawa, ON)	Reid’s Heritage Homes (Guelph, ON)	Sloot Construction (Guelph, ON)	Construction Voyer (Duvernay, QC)
Degré-jour de chauffage	5 120	5 000	4 500	4 500	3 890	3 890	4 200
Toit	Cellulose soufflée R-80/ R-40 feuille	Cellulose soufflée R-60	Cellulose soufflée R-60	Cellulose soufflée R-60	Cellulose soufflée R-60	Cellulose soufflée R-60	Cellulose soufflée R-52 à R-60 / R-40 feuille
Murs principaux	R-24 + R-17 (isolation continue, double ossature)	R-24 + XPS R-22,5 (4,5 po)	R-24 + XPS R-10 (2 po)	R-24 + XPS R-10 (2 po)	Panneau R-22 + XPS R-15 (3 po)	R-24 + XPS R-10 (2 po)	R-24 + XPS R-10 (2 po)
Murs du sous-sol	PSE de type 1 (2 po)	R-14 + XPS R-20 (4 po)	R-12 + XPS R-15 (3 po)	Panneau R-20 + XPS R-15 (3 po)	Panneau R-22 + XPS R-10 (2 po)	R-20 + XPS R-5 (1 po)	S. O.
Sous la dalle	XPS R-15 (3 po)	XPS R-20 (4 po)	XPS R-10 (2 po)	XPS R-10 (2 po)	XPS R-10 (2 po)	XPS R-10 (2 po)	XPS R-15 (3 po)
Fenêtres	Basse émissivité Triple vitrage	Basse émissivité Triple vitrage	Basse émissivité Triple vitrage	Basse émissivité Triple vitrage	Basse émissivité Triple vitrage	Basse émissivité Triple vitrage	Basse émissivité Triple vitrage
VRC/VRE* 0 °C/-25 °C	84 %/72 %	84 %/72 %	75 %/70 %	75 %/64 %	67 %/60 %	67 %/60 %	74 %/64 %
Chauffage	Thermopompe à air CPSC 7,83 + Rechange élect. (dans gaine)	Thermopompe à air CPSC 9,57 + Fournaise électrique	Thermopompe à air CPSC 9,57 + Fournaise élect.	Thermopompe à air CPSC 8,26 – 8,43 + Fournaise électrique	Thermopompe à air CPSC 8,09 + Fournaise élect.	Thermopompe à air CPSC 8,7 + 97,5 % Fournaise au gaz naturel AFUE	Thermopompe à air CPSC 8,87 - 9,74 + Plinthes électriques
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau à thermopompe FE 3,27	Chauffe-eau à thermopompe FE 2,78	Chauffe-eau à thermopompe FE 2,78	Chauffe-eau à thermopompe FE 2,78	Chauffe-eau à thermopompe FE 2,78	Gaz naturel FE 0,98 sans réservoir	Chauffe-eau à thermopompe FE 2,73
RCED	42 %	43,5 %	42,8 %	46 %	53,3 %	58,9 %	57,3 %
Étanchéité à l'air	0,43 RA/h <sub>50</sub>	0,82 RA/h <sub>50</sub>	1,24 RA/h <sub>50</sub>	1,47 RA/h <sub>50</sub> (en moyenne)	1,13 RA/h <sub>50</sub>	0,93 RA/h <sub>50</sub>	0,75 RA/h <sub>50</sub>
Photovoltaïque solaire	39 x 275 W	40 x 280 W	36 x 265 W	30-34 x 250 W par panneau	33 x 265 W	41 x 235 W	150 x 255 W