



GUIDE DE PLANIFICATION ET DE DÉCISION POUR LE CHOIX DES SYSTÈMES DE PANNEAUX SOLAIRES PV

Procédure à l'intention des concepteurs de matériel solaire, des constructeurs et de leurs équipes de conception pour définir rapidement les exigences pour les panneaux solaires PV



Developed by Natural Resources Canada's
Local Energy Efficiency Partnerships (LEEP) team.

NRCan.LEEP.RNCan@Canada.ca

CanmetENERGY
Leadership in ecoInnovation

Canada

Remerciements :

Les constructeurs de Colombie-Britannique ont eu recours à l'initiative LEEP pour définir les lacunes de connaissances courantes sur le matériel PV et mettre les experts au défi de proposer des solutions. La série de présentations réalisée ensuite a été présentée dans le cadre des forums technologiques LEEP, puis par le biais de webinaires assurés par l'Association canadienne des constructeurs d'habitations (ACCH). Ce sont ces présentations qui ont motivé la rédaction de ce guide. Il est notamment basé sur les lignes directrices de RNCAN pour la préparation à l'adoption des technologies PV existantes.

RNCAN remercie tous les contributeurs à l'examen et à l'essai du guide, notamment : Bfreehomes, Bluewater Energy, Building Knowledge, le personnel du programme Net Zero de l'ACCH, Doug Tarry Homes, et Switch Energy.

Ce guide a été élaboré par Ben Giudici de Riverside Energy Systems et Terry Strack de Strack and Associates. Alastair Larwill, de l'équipe LEEP de Canmet ÉNERGIE, a géré le processus de création. Ce projet a été financé par Ressources naturelles Canada par le biais du Programme de l'infrastructure écologique.

Illustration de couverture : Champ de panneaux solaires photovoltaïques à modules de piles solaires polycristallines. Photographie publiée avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems.

Avertissement :

La présente publication vise à fournir un cadre de prise de décisions communes concernant ce type de systèmes photovoltaïques pour les projets de construction de résidences aux consultants, aux propriétaires, aux constructeurs de maisons, ainsi qu'à leurs équipes de conception et de construction.

Ressources naturelles Canada décline toute responsabilité en cas de blessure, de dommage matériel ou de perte résultant de l'application de l'information contenue dans la présente publication. Ce guide est distribué uniquement à titre informatif. Il ne représente pas les opinions du gouvernement du Canada et ne fait la promotion d'aucune personne et aucun produit commercial.

Cat. N° M154-135/2020F-PDF

ISBN: 978-0-660-35862-8

Also available in English under the title: **PLANNING & DECISION GUIDE FOR SOLAR PV SYSTEMS**

Table des matières

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION : | 1 |
| Équipe de conception et de construction intégrée : | 5 |
| Flexibilité de conception pour l'intégration au matériel solaire PV | 7 |
| ÉTAPE 1 : Préférence du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV | 9 |
| ÉTAPE 2 : Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction..... | 13 |
| ÉTAPE 3 : Confirmation des exigences de conception pour l'intégration de panneaux solaires PV | 19 |
| ÉTAPE 4 : Définition des objectifs de production énergétique annuelle des panneaux solaires PV | 26 |
| ÉTAPE 5 : Définition des emplacements et des tailles des champs de panneaux solaires PV | 29 |
| ÉTAPE 6 : Méthodes de point de connexion et répercussions sur la production électrique | 33 |
| ÉTAPE 7 : Méthodes de fixation du système de matériel PV et effets structurels | 38 |
| ÉTAPE 8 : Technologie de modules solaires préférée | 42 |
| ÉTAPE 9 : Technologie d'onduleur solaire préférée | 45 |
| ÉTAPE 10 : Approche de surveillance de la production énergétique | 50 |
| ANNEXE A : Questions courantes sur le matériel solaire PV et clarifications à l'intention des constructeurs..... | 53 |
| ANNEXE B : Feuille de travail pour l'intégration d'un système de matériel solaire PV | 62 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Composition de l'équipe de conception intégrée en fonction du choix de matériel solaire PV du constructeur..... | 11 |
| Tableau 2 : Liste de vérification des exigences à prendre en compte pour le projet en fonction des diverses possibilités d'intégration de matériel PV. | 11 |
| Tableau 3 : Matrice de planification des exigences de conception pour l'intégration du matériel solaire PV à un chantier de construction..... | 20 |

Liste des figures

| | |
|---|---|
| Figure 1 : Vue d'ensemble du processus de planification et de décision pour l'intégration de matériel solaire PV sur un chantier de construction..... | 3 |
| Figure 2 : Feuille de travail pour l'intégration d'un système de matériel solaire PV | 4 |

| | |
|---|----|
| Figure 3 : La lucarne sud limite le potentiel solaire PV sur l'exposition sud..... | 8 |
| Figure 4 : Lucarne Sud éliminée, remplacée par un champ de panneaux solaires PV de 3 kWc..... | 8 |
| Figure 5 : Définition de la planification globale pour l'intégration du matériel solaire PV à un chantier de construction..... | 9 |
| Figure 6 : Configuration électrique pour programme de tarifs de rachat garantis | 14 |
| Figure 7 : Configuration électrique pour comptage net et facturation nette..... | 15 |
| Figure 8 : Exemple de tarif à deux catégories – tarif de conservation résidentiel de BC Hydro, avril 2019..... | 15 |
| Figure 9 : Configuration électrique pour connexions à consommation électrique nette zéro..... | 16 |
| Figure 10 : Configuration électrique pour consommation sur place..... | 17 |
| Figure 11 : Configuration électrique pour un système de matériel solaire PV hors-réseau..... | 17 |
| Figure 12 : Système de matériel solaire PV à comptage net à onduleur bimodal..... | 18 |
| Figure 13 : Matrice de planification des exigences de base et facultatives pour l'intégration du matériel solaire PV à un chantier de construction..... | 20 |
| Figure 14 : Système de matériel solaire PV installé sur un toit dont les champs de panneaux solaires sont exposés au Sud et à l'Ouest..... | 29 |
| Figure 15 : Abri solaire PV sur une aire récréative extérieure..... | 30 |
| Figure 16 : Abri solaire PV résidentiel pour place de stationnement | 30 |
| Figure 17 : Système de matériel solaire PV résidentiel à installation murale..... | 30 |
| Figure 18 : Champ de panneaux solaires PV à installation au sol..... | 31 |
| Figure 19 : Exemple d'ombre projetée sur les panneaux solaires par le pignon du toit | 32 |
| Figure 20 : Point de connexion pour tarif de rachat garanti | 34 |
| Figure 21 : Point de connexion principal au panneau de service | 35 |

| | |
|--|----|
| Figure 22 : Système prévu pour une puissance de 15 kWc, limité à 10 kWc par le panneau de service électrique choisi..... | 36 |
| Figure 23 : Répartiteur de service utilisé au point de connexion..... | 36 |
| Figure 24 : Ancrages fixés aux cales entre les fermes : - infrastructure (en haut); ancrs scellées et rampes (en bas) | 39 |
| Figure 25 : Ancrages scellés et vissés au revêtement du toit, avec la rampe installée..... | 40 |
| Figure 26 : Fixations de rampes à un toit en métal à joint debout..... | 40 |
| Figure 27 : Exemple de champ de panneaux solaires PV sur un toit-terrasse ballasté | 41 |
| Figure 28 : Exemple de module de pile solaire polycristalline | 42 |
| Figure 29 : Exemple de module de pile solaire monocristalline..... | 43 |
| Figure 30 : Champ de panneaux solaires de 3,5 kWc à cellules monocristallines, modules entièrement noirs..... | 43 |
| Figure 31 : Deux modules solaires bifaces- surface arrière présentée à gauche, surface avant présentée à droite..... | 44 |
| Figure 32 : Rampe solaire avec modules bifaces..... | 44 |
| Figure 33 : Onduleur en série à double canaux MPPT - Fonctionnement à l'ombre | 46 |
| Figure 34 : Série d'onduleurs optimisés - Fonctionnement à l'ombre | 47 |
| Figure 35 : Micro-onduleur – Fonctionnement à l'ombre..... | 48 |
| Figure 36 : Exemple d'affichage de base des renseignements sur l'énergie de la maison..... | 50 |
| Figure 37 : Exemple d'affichage énergétique avancé présentant la production d'énergie solaire et la consommation énergétique par jour ou par mois..... | 52 |
| Figure 38 : Système de panneaux PV produisant 6 kWc de C.A., 26 août 2019..... | 56 |
| Figure 39 : Système de panneaux PV produisant 6 kWc d'énergie, 23 août 2019..... | 56 |

Figure 40 : Analyse de l'exposition au soleil et de l'ombre - Contraste entre deux sites.....57
Figure 41 : Orientations des champs de panneaux solaires PV - azimut et angle d'inclinaison..59
Figure 42 : Red Deer Alb. Effets de l'azimut et de l'angle d'inclinaison sur la production énergétique
annuelle des panneaux solaires PV.60

INTRODUCTION :

Objet

Le **Guide de décision et de planification pour le choix des systèmes de panneaux solaires PV** (« GUIDE ») s'adresse aux consultants et aux entrepreneurs du secteur du matériel solaire PV, ainsi qu'aux constructeurs et propriétaires de maisons avec lesquels ils travaillent. Il vise à les aider dans le processus d'intégration des technologies solaires PV pour les applications résidentielles.

Portée

Le présent GUIDE se concentre sur les applications du secteur résidentiel dans les cas où le matériel solaire PV est prêt à être installé ou est déjà installé.

Ce guide aborde les applications suivantes de la technologie solaire PV :

- matériel solaire PV prêt à l'installation dans des maisons neuves, notamment dans les maisons prêtes à la conversion à énergie zéro;
- matériel solaire PV installé dans des maisons existantes ou neuves, notamment dans les maisons à énergie zéro;
- systèmes connectés au réseau et applications hors-réseau du matériel solaire PV;
- systèmes de matériel solaire PV sans batterie, et applications prêtes à accueillir une batterie ou comportant une batterie.

Ce guide couvre les sujets des technologies suivantes :

- panneaux solaires PV modulaires faisant appel à des cellules au silicium polycristallines ou monocristallines, notamment des modules entièrement noirs ou bifaces,
- technologies d'onduleurs solaires PV, notamment les onduleurs de ligne, les onduleurs de ligne optimisés, les micro-onduleurs et les onduleurs bimodaux.

Exclusions notables :

- Certaines exigences d'application précises applicables aux produits photovoltaïques intégrés aux bâtiments (PVIB) ne sont pas abordées dans ce guide.
- La planification pour les exigences spécialisées nécessaires aux installations de matériel solaire PV dans l'ensemble d'une collectivité, (p. ex. : utilisation de dispositifs centralisés de stockage d'énergie, etc.) ne fait pas partie de la portée du présent guide.

Pourquoi les constructeurs ont besoin du GUIDE

Ce GUIDE est nécessaire aux constructeurs pour :

- fournir un cadre permettant de garantir que les besoins importants et spécifiques au projet sont satisfaits. Cela devrait permettre d'améliorer le rendement et la valeur de la nouvelle maison, tout en la rendant plus abordable,
- réduire les risques et les coûts liés au projet en désignant des membres clés de l'équipe de conception et en définissant les rôles qu'ils occuperont pour garantir une intégration parfaite de la technologie solaire PV aux processus de conception et de construction,

Ressources naturelles Canada

- tirer le meilleur parti des efforts effectués en appliquant les leçons apprises d'un processus de conception concerné par le GUIDE à toutes les autres maisons en cours d'élaboration.

Quand les constructeurs offrent des possibilités pour le matériel solaire PV dans les nouvelles maisons :

- ils font preuve d'un esprit d'innovation auprès des acheteurs potentiels,
- ils créent de la valeur supplémentaire pour chaque lot bâti,
- ils offrent des avantages sur le long terme en matière de durabilité qui peuvent être utilisés comme arguments de vente auprès des acheteurs potentiels.

Pourquoi les consultants en panneaux solaires PV ont besoin du GUIDE

Les consultants en panneaux solaires PV ont besoin de ce GUIDE pour :

- faciliter les discussions et la prise de décisions en collaboration avec leurs clients,
- s'assurer que les objectifs et les attentes du constructeur et du propriétaire en matière de panneaux solaires PV sont atteints,
- se montrer proactif pour aviser les constructeurs et les équipes de conception du projet des difficultés de conception et des contraintes liées au site afin de s'assurer que l'efficacité de l'installation solaire PV est optimale,
- soutenir les constructeurs en s'assurant que les étapes de l'installation du matériel solaire ou permettant d'accueillir du matériel solaire s'intègrent dans le calendrier de construction de la façon la moins disruptive possible.

Le GUIDE en action

Les systèmes de panneaux solaires photovoltaïques (PV) peuvent grandement améliorer la valeur de tout projet de construction résidentiel. La plupart des systèmes de matériel solaire PV connecté au réseau au Canada sont conçus avec l'objectif modeste de réduire en partie la consommation d'électricité provenant du réseau. Certains projets ont un objectif plus ambitieux : parvenir à la consommation énergétique nette zéro (NZ) ou au rendement électrique zéro net grâce à des panneaux solaires PV connectés au réseau. On a observé une augmentation de l'intérêt pour le rendement zéro net au cours des dernières années du fait de la motivation plus élevée pour favoriser le rendement énergétique et la durabilité du fonctionnement des bâtiments.

Ce GUIDE doit être utilisé par un constructeur pour rassembler et diriger son équipe de manière à atteindre les objectifs établis pour le projet en matière de production d'énergie solaire. Il fournit le contexte et le cadre pour la recherche des meilleures personnes pour favoriser une discussion holistique entre l'équipe de conception intégrée et le constructeur ou le propriétaire.

La figure 1 présente une vue d'ensemble du processus de planification et de prise de décision pour le choix des systèmes de panneaux solaires PV.

Ce processus comprend 10 étapes que l'on peut regrouper en quatre grandes parties :

I. Éléments à prendre en compte avant la conception (étapes 1 à 3)

- *Préférence du constructeur pour l'intégration de matériel solaire*
- *Rassemblement de l'équipe de conception intégrée*
- *Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction*
- *Confirmation des exigences et de la portée globales du projet*

II. Exigences de conception pour l'intégration de matériel solaire PV (étapes 4 à 7)

- *Objectifs de production énergétique annuelle des panneaux solaires PV*
- *Champ de panneaux solaires PV et exigences relatives à la zone*
- *Méthodes de connexion et répercussions sur la production électrique*
- *Méthodes de fixation du matériel solaire PV et effets structurels*

III. Types d'éléments de dispositifs solaires PV et de matériel de surveillance préférés (étapes 8 à 10)

- *Technologie de modules solaires préférée*
- *technologie d'onduleur préférée,*
- *approche préférée de la surveillance de la production électrique, au besoin.*

IV. Transfert intégré des caractéristiques techniques et exigences à l'équipe de construction

Consultez l'annexe A, question 1 pour de plus amples renseignements sur les exigences de transfert dans le cadre de la transition de la phase de conception à la phase de construction.

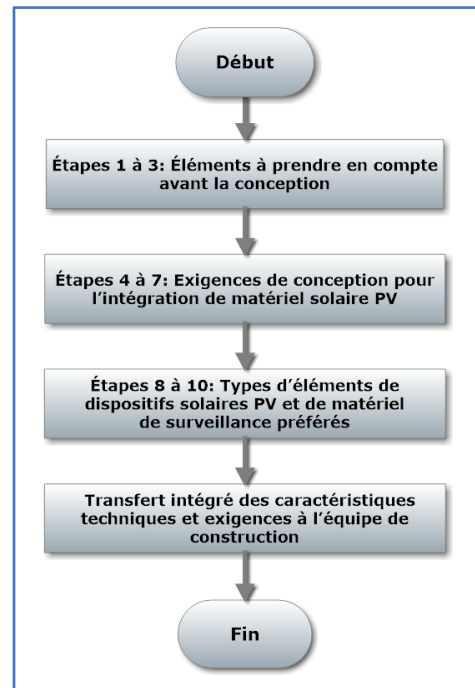


Figure 1 : Vue d'ensemble du processus de planification et de décision pour l'intégration de matériel solaire PV sur un chantier de

Feuille de travail pour l'intégration d'un système de matériel solaire PV

Le GUIDE comprend une feuille de travail de deux pages (il s'agit de l'annexe B). Ce document peut aussi être téléchargé en format PDF, et il est présenté à la figure 2.

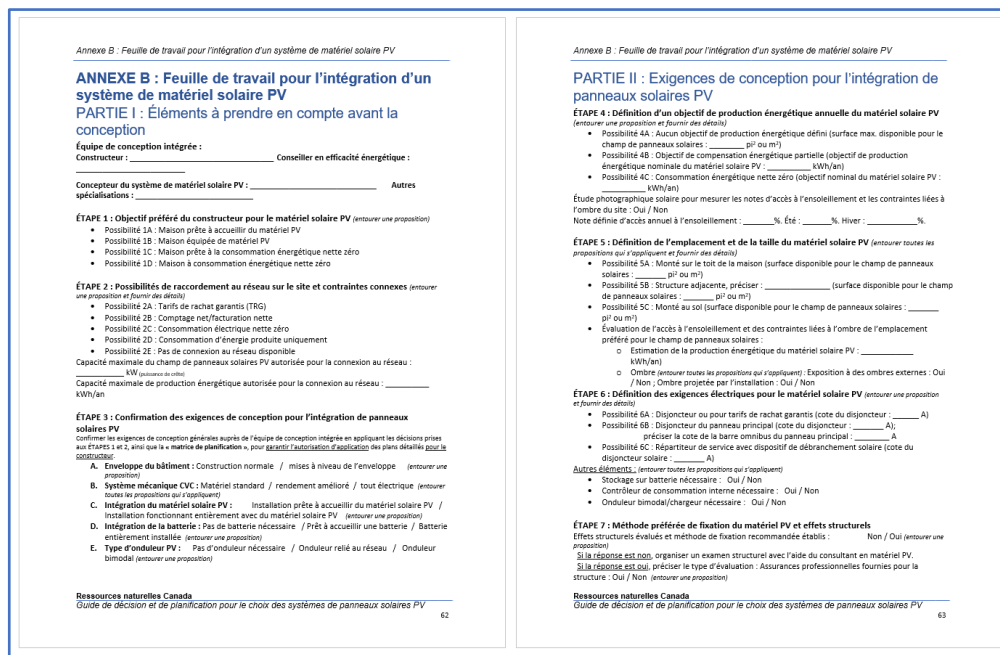


Figure 2 : Feuille de travail pour l'intégration d'un système de matériel solaire PV

Cette feuille de travail peut être employée de l'une des deux façons suivantes :

1. en parallèle avec le guide pour le matériel solaire PV en tant que feuille récapitulative des décisions prises dans le cadre des dix étapes en faisant appel à l'ensemble de la documentation GUIDE,
2. comme feuille de travail indépendante que les utilisateurs expérimentés peuvent consulter pour connaître les possibilités et les décisions prises, en consultant l'ensemble de la documentation GUIDE uniquement quand des renseignements supplémentaires sont nécessaires.

Ressource technique supplémentaire

Les lignes directrices « Prêt pour le photovoltaïque » de RNCAN constituent une ressource excellente pour les constructeurs qui intègrent le matériel solaire PV à leurs plans. Elles fournissent de l'information technique sur les orientations et les angles de toit optimaux, ainsi que sur les distances courantes pour le retrait de toit, les exigences concernant l'espace dans le local technique, ainsi que les exigences pour le conduit solaire. Ce document doit être utilisé en complément de ce GUIDE. Toutefois, il ne remplace pas l'expertise d'un consultant en énergie solaire expérimenté.

Dans votre navigateur internet, cherchez « lignes directrices de RNCAN Prêt pour le photovoltaïque » pour télécharger gratuitement un exemplaire.

Équipe de conception et de construction intégrée :

L'utilisation du présent GUIDE est prévue dans le cadre d'un processus de conception intégré. Le processus de décision doit être respecté, en collaboration avec les consultants pertinents, avant le début des activités de construction pour permettre au constructeur d'apporter les modifications nécessaires en bonne et due forme. Cette procédure permet de limiter les risques et d'optimiser les coûts-efficacités de l'intégration du matériel solaire PV dans les maisons à haut rendement.

Chaque spécialiste assure un rôle essentiel au sein de l'équipe pour garantir la réussite de la construction du système de matériel solaire intégré, et contribue aux phases de planification et de construction afin de garantir la réussite du projet.

Le constructeur/l'architecte :

- définit les objectifs de production d'énergie solaire,
- présente les plans du bâtiment,
- choisit le degré de flexibilité de la conception.

Le consultant en matériel solaire (consultant PV) :

- définit la production énergétique annuelle du matériel solaire PV nécessaire à l'atteinte des objectifs du projet,
- établit les notes d'exposition au soleil annuelles et mensuelles, ainsi que les contraintes liées à l'ombre, en procédant à une évaluation photographique solaire du site,
- examine les plans et définit les modifications éventuellement nécessaires à l'atteinte des objectifs de production fixés pour le matériel solaire PV,
- réalise les projections de production énergétique annuelle du matériel solaire PV en appliquant les modèles adaptés,
- définit les exigences locales relatives aux services publics, les possibilités les plus judicieuses concernant le matériel solaire PV, ainsi que les indemnités maximales pour la connectivité au réseau du projet,
- s'assure que la capacité et la conception conviennent à l'envergure du système de matériel solaire PV envisagé, avise le constructeur et l'électricien des exigences électriques pour le matériel solaire PV avant l'installation du réseau électrique, et met à jour les plans du réseau électrique,
- met à jour les plans du bâtiment en indiquant les emplacements physiques des champs de panneaux solaires PV, des onduleurs, des moyens de déconnexion et des points de connexion au réseau,
- indique les méthodes de fixation et d'ancrage adaptées pour les panneaux solaires PV à faire examiner par le constructeur, le concepteur de fermes et l'ingénieur de structures, en fonction de ce que l'autorité compétente juge nécessaire.

Le concepteur de fermes et l'ingénieur de structures :

- s'assure que les exigences de charges structurelles et de fixation conviennent à l'installation du matériel solaire PV,
- met à jour les exigences structurelles et de fixation du matériel solaire PV sur les plans.

Ressources naturelles Canada

Le conseiller en efficacité énergétique agréé :

- fournit le modèle énergétique du bâtiment,
- définit les projections de consommation énergétique annuelle du bâtiment (électricité et combustibles fossiles),
- définit les possibilités d'amélioration de l'enveloppe et de l'efficacité énergétique du matériel pour réduire les exigences de production du matériel solaire PV.

Le consultant en conception de CVC :

- fournit les charges théoriques de chauffage et de climatisation pour la taille du matériel et des conduits pour chaque salle,
- fournit des plans détaillés du système de CVC pour assurer l'efficacité énergétique et le confort, ainsi que des recommandations pour le choix des fenêtres et le changement des cadres pour limiter les conséquences du système mécanique sur l'espace intérieur et son esthétique,
- offre des conseils sur la capacité requise du système de chauffage et de climatisation, en fonction des charges structurelles.

Les électriciens, les plombiers, les entrepreneurs responsables du système de CVC, les monteurs de charpentes et les couvreurs :

- fournissent des commentaires utiles sur les changements apportés aux plans,
- permettent le respect des exigences électriques du matériel solaire PV pendant la sélection et l'installation du matériel d'entretien,
- fournissent les canalisations du matériel solaire PV entre les emplacements actuels et futurs des champs de panneaux solaires, des onduleurs solaires et des dispositifs de déconnexion, ainsi que le point de connexion au réseau,
- réserve des zones dégagées pour l'installation du matériel solaire PV en adoptant des stratégies de collaboration pour l'installation des toits et le choix judicieux de l'emplacement des conduits d'aération, de la colonne de plomberie, etc.

Flexibilité de conception pour l'intégration au matériel solaire PV

Le consultant en matériel solaire doit connaître parfaitement la mesure dans laquelle ses suggestions de conception peuvent être appliquées pour pouvoir formuler des conseils pertinents. Le matériel solaire doit être pris en compte durant les étapes de planification et de conception pour garantir des résultats optimaux pour le client.

Cette considération est particulièrement importante si le constructeur souhaite obtenir la désignation « Prête pour la consommation nette zéro » ou « Consommation nette zéro » pour son bâtiment. Des modifications peuvent être nécessaires pour garantir que la production (ou le potentiel de production) peut être à la hauteur de la consommation énergétique de la maison pour satisfaire aux conditions de la désignation. Si des modifications de la conception ne sont pas possibles, le constructeur pourrait ne pas atteindre son objectif de production d'énergie solaire.

Les consultants en matériel solaire PV peuvent suggérer des modifications pour l'amélioration des résultats en la matière. Ces modifications peuvent concerner :

- l'agencement de la collectivité, dans les cas où plusieurs bâtiments sont concernés,
- l'inclinaison, l'orientation, le style et le type de revêtement d'étanchéité du toit,
- le choix des emplacements des conduits d'aération, des puits de lumière, des cheminées et d'autres éléments de la toiture,
- en collaboration avec le concepteur de fermes ou l'ingénieur de structures, les éléments structurels pour permettre la charge supplémentaire des champs de panneaux solaires,
- la taille et l'emplacement du matériel d'entretien et des canalisations électriques pour permettre l'installation de l'infrastructure solaire et satisfaire aux exigences du service d'électricité,
- l'élimination ou l'écimage des arbres projetant des ombres problématiques pour les notes d'exposition au soleil,
- le positionnement des panneaux solaires PV à d'autres emplacements que sur le toit du bâtiment.

Les modifications de la conception permettant de réduire la consommation électrique du bâtiment et les exigences du système de matériel solaire PV pourraient comprendre :

- les niveaux d'isolation de l'enveloppe du bâtiment,
- les objectifs d'imperméabilité à l'air,
- le choix du système mécanique,
- le choix des appareils et des luminaires.

Exemple de flexibilité de conception

Pendant le processus de conception de la maison représentée à la figure 3, l'installation d'un système de matériel solaire PV était l'une des principales priorités du constructeur. Toutefois, la seule partie du toit exposée au Sud était occupée par une lucarne décorative. L'examen a montré que l'élimination de la lucarne permettrait l'installation d'un champ de panneaux solaires PV de 3 kWc exposé au Sud, comme le montre la figure 4. La réduction des dépenses de construction consécutive à l'élimination de la lucarne a contribué au financement de l'installation du champ de panneaux solaires : un choix de conception sans inconvénient.

Ressources naturelles Canada



Figure 3 : La lucarne sud limite le potentiel solaire PV sur l'exposition sud – avec l'aimable autorisation de Sonbuilt Homes



Figure 4 : Lucarne Sud éliminée, remplacée par un champ de panneaux solaires PV de 3 kWc – avec l'aimable autorisation de Sonbuilt Homes

ÉTAPE 1 : Préférence du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV

Dans le cadre de l'intégration de la technologie solaire PV à la conception d'une habitation, il est indispensable de prendre en compte les éléments suivants :

- la préférence du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV (sujet abordé à l'ÉTAPE 1),
- les exigences locales des services publics locaux pour les systèmes de matériel PV raccordés au réseau (sujet abordé à l'ÉTAPE 2).

Comme le montre la figure 5, les résultats de ces deux ÉTAPES du processus de prise de décision fourniront des renseignements précieux au constructeur et à son « équipe de conception intégrée » en établissant les éléments de base et facultatifs de la construction de la maison et de la technologie PV à prendre en compte pour l'intégration du matériel solaire PV au chantier.

- Des recommandations concernant la composition de l'« équipe de conception intégrée du constructeur » sont fournies à la fin de la partie traitant de l'ÉTAPE 1.
- La « matrice de planification » est définie et présentée à l'ÉTAPE 3 du GUIDE.

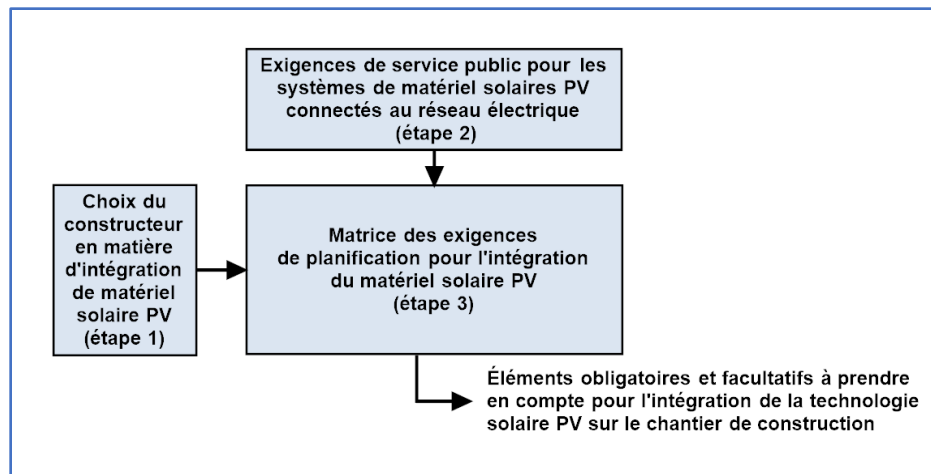


Figure 5 : Définition de la planification globale pour l'intégration du matériel solaire PV à un chantier de construction

Les constructeurs ont le choix entre quatre possibilités :

Possibilité 1A : Maison prête à accueillir du matériel PV

Les constructeurs peuvent choisir de faire le premier pas vers l'intégration de matériel solaire en créant simplement l'infrastructure de base nécessaire à l'installation ultérieure de matériel PV [1]. La préparation d'une habitation à l'accueil de matériel solaire PV peut permettre de réduire les coûts futurs d'installation de ce matériel pour le propriétaire.

Possibilité 1B : Maisons équipées de matériel PV

Les constructeurs peuvent décider de commencer par proposer un système de matériel PV dans le cadre du même contrat que le projet de construction actuel pour laisser un choix supplémentaire au propriétaire.

Dans ce cas, l'envergure d'un système de matériel solaire PV peut être établie de manière à compenser en partie la consommation énergétique anticipée par le propriétaire, ou pour assurer une source de revenus grâce à sa nouvelle maison, en fonction des possibilités de raccord au réseau à l'emplacement de la maison.

Possibilité 1C : Maison prête à la consommation nette zéro

Le constructeur peut chercher à atteindre la désignation zéro net en améliorant le rendement énergétique de l'enveloppe et des systèmes mécaniques du bâtiment, et en fournissant l'infrastructure de base nécessaire à l'installation ultérieure de matériel solaire PV [1].

Les maisons prêtes à la consommation nette zéro sont conçues avec des enveloppes dont le modèle de consommation énergétique annuelle est au moins 33 % inférieur à celui des maisons de référence dans des conditions mécaniques normales. Elles comportent aussi des zones désignées pour accueillir du matériel solaire PV dont la capacité permet de produire assez d'énergie pour compenser la consommation énergétique annuelle totale de la maison envisagée [2].

Possibilité 1D : Maison à consommation énergétique nette zéro

Le constructeur peut chercher à se démarquer ou à améliorer le service à sa clientèle en construisant une maison à consommation énergétique nette zéro.

Les maisons à consommation énergétique nette zéro sont conçues avec des enveloppes dont le modèle de consommation énergétique annuelle est au moins 33 % inférieur à celui des maisons de référence dans des conditions de fonctionnement normales. Elles sont aussi équipées de matériel solaire PV dont la capacité permet de produire assez d'énergie pour compenser la consommation énergétique annuelle totale de la maison [2].

Dans certains territoires de compétence, la réglementation relative au réseau électrique public peut limiter les types de matériel mécanique utilisé pour la conception d'une maison à consommation énergétique nette zéro. Vous trouverez plus de renseignements à ce sujet à la question 5 de l'annexe A.

Éléments à prendre en compte pour l'équipe de conception intégrée

Quel que soit le matériel solaire à intégrer choisi, l'atteinte de résultats optimaux pour le projet dépend de la collaboration de l'équipe de conception intégrée dès les premières étapes de la conception, de manière à établir une compréhension commune de la façon dont on atteindra les objectifs de production énergétique solaire.

Étape 1 : Préférence du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV

On recommande aux constructeurs qui intègrent du matériel solaire PV à leur projet de construction résidentielle pour la première fois de faire appel aux membres de l'équipe présentés au tableau 1. Le constructeur a le dernier mot concernant les personnes à intégrer à l'équipe de conception.

Tableau 1 : Composition de l'équipe de conception intégrée en fonction du choix de matériel solaire PV du constructeur

| Membre de l'équipe | Choix du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV | | | |
|---|--|------------------------------------|--|---|
| | 1A : Maison prête à accueillir du matériel PV | 1B : Maison équipée de matériel PV | 1C : Maison prête à la consommation nette zéro | 1D : Maison à consommation énergétique nette zéro |
| Constructeur/architecte | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Consultant en matériel solaire | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Concepteur de fermes/ingénieur de structures | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Conseiller en efficacité énergétique agréé | | | ✓ | ✓ |
| Consultant en CVC | | | ✓ | ✓ |
| Représentant des services publics (pour les exigences de connexion) | | ✓ | | ✓ |

Exigences pour diverses possibilités d'intégration de matériel solaire PV

Par ailleurs, le tableau 2 énumère les diverses exigences à prendre en compte pour le projet pour chacune des possibilités d'intégration du matériel solaire.

Tableau 2 : Liste de vérification des exigences à prendre en compte pour le projet en fonction des diverses possibilités d'intégration de matériel PV.

| Exigences à prendre en compte pour le projet | Choix du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV | | | |
|---|--|------------------------------------|--|---|
| | 1A : Maison prête à accueillir du matériel PV | 1B : Maison équipée de matériel PV | 1C : Maison prête à la consommation nette zéro | 1D : Maison à consommation énergétique nette zéro |
| Installer des canalisations, des conduits ou des câbles pour permettre l'intégration de matériel solaire PV. | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Prévoir des espaces conçus pour accueillir du matériel électrique et solaire supplémentaire. | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Garantir la disponibilité structurelle pour l'installation d'un champ de panneaux solaires PV, immédiatement ou à l'avenir. | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ne placer ni conduit d'aération, ni colonne de plomberie, ni cheminée, ni aucun autre obstacle sur les zones du toit dans | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Ressources naturelles Canada

Étape 1 : Préférence du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| lesquelles on prévoit installer des panneaux solaires PV, immédiatement ou à l'avenir (consultez la Q1, annexe A). | | | | |
| Prévoir un rapport écrit sur le matériel solaire PV (prêt à accueillir du matériel PV) à présenter au propriétaire de la maison à la fin du contrat pour l'aider à comprendre l'installation de matériel solaire PV (ultérieurement) (ou à s'orienter autour de ce sujet). | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| S'assurer d'avoir un second exemplaire du rapport de préparation à l'installation de matériel solaire PV/de consommation énergétique nette zéro et de la documentation relative à la conception concernant la surface murale réservée à l'installation ultérieure de matériel PV à côté du panneau électrique principal de la maison. | ✓ | | ✓ | |
| Procéder à une inspection du site à l'aide de techniques de photographie solaire pour établir les notes d'exposition au soleil et les effets de la limitation de l'ensoleillement par divers obstacles. | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Élaborer un modèle de production énergétique solaire PV en se basant sur les capacités et le placement du champ de panneaux solaires, et sur l'évaluation du site. | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Prévoir un modèle du fonctionnement de la maison qui inclue sa consommation énergétique annuelle. | | | ✓ | ✓ |
| Définir des emplacements appropriés pour les champs de panneaux solaires PV pour permettre l'installation de matériel solaire capable de générer suffisamment d'électricité pour compenser la consommation de la maison. | | | ✓ | ✓ |
| Des modifications peuvent être nécessaires en ce qui concerne la conception et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, ainsi que les fenêtres et le matériel mécanique employés, de manière à réduire la consommation énergétique annuelle. | | | ✓ | ✓ |
| Inclure la procédure d'installation du matériel solaire PV dans le calendrier de construction général. | | ✓ | | ✓ |
| Prévoir une entente de raccordement au réseau avec l'entreprise de services publics locale. | | ✓ | | ✓ |
| La maison produit autant d'énergie qu'elle en consomme au cours d'une année. | | | | ✓ |

Références

1. Lignes directrices « Prêt pour le photovoltaïque », « Spécifications techniques », « Renseignements supplémentaires », et « À quoi peuvent s'attendre les propriétaires d'une maison prête pour le photovoltaïque », RNCAN, 2017.
2. Programme d'étiquetage pour les maisons à consommation nette zéro de l'Association canadienne des constructeurs d'habitations, Exigences techniques – Version 1.1, 1^{er} février 2020.

Ressources naturelles Canada

ÉTAPE 2 : Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction

Les possibilités et les exigences pour les systèmes de matériel PV connectés au réseau varient d'un territoire de compétence à un autre, et sont sujettes à des modifications au fil du temps. Il est important que l'équipe de conception du constructeur comprenne et tienne compte des contraintes éventuelles liées à la fourniture d'électricité qui pourraient influencer la conception du système de matériel solaire PV, du choix de combustible sur le site ou des objectifs du projet.

Le consultant en matériel solaire PV doit connaître les exigences locales relatives aux services publics et être à même de fournir des conseils spécifiques au territoire de compétence pendant la planification du projet pour aider l'équipe de conception du constructeur à établir la configuration du système de matériel solaire PV qui conviendra le mieux aux objectifs globaux du projet, ainsi qu'au site de construction.

En règle générale, les services publics locaux ont :

- des lignes directrices pour le raccord au réseau des systèmes de production énergétique des clients,
- des exigences de mesure,
- des structures tarifaires,
- des méthodes autorisées pour le raccord au réseau,
- des limites de capacité aux réglages les plus élevés des champs de panneaux solaires PV (c.-à-d. capacité maximale de l'onduleur [en kW]),
- une production énergétique maximale des systèmes connectés au réseau (c.-à-d. maximum autorisé des transferts d'énergie vers le réseau [en kWh]),

La taille autorisée du système de matériel solaire PV, les configurations des modèles de mesure et les limites éventuelles de la consommation de l'énergie produite auront des conséquences sur les décisions de conception du système de matériel solaire PV, les coûts d'installation de l'infrastructure, ainsi que sur les objectifs de production et d'autonomie énergétiques.

Les raccords du système de matériel solaire PV correspondront à l'une des catégories suivantes.

- Possibilité 2A : Connexion pour tarifs de rachat garantis (TRG)
- Possibilité 2B : Connexion pour comptage net/facturation nette
- Possibilité 2C : Connexion pour consommation électrique nette zéro
- Possibilité 2D : Connexion consommation d'énergie produite uniquement
- Possibilité 2E : Aucune connexion au réseau existante/système de matériel solaire PV hors réseau

Les quatre possibilités initiales concernent des systèmes de matériel solaire PV connecté au réseau. La dernière possibilité (à savoir la « Possibilité 2E ») concerne les applications hors réseau dans les cas où un raccord au réseau électrique est impossible.

- Ces cinq possibilités de connexion sont décrites dans les parties suivantes.

Ressources naturelles Canada

Étape 2 : Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction

- Les sujets des possibilités faisant appel à des applications prêtes à accueillir une batterie ou comportant une batterie sont abordés à l'étape 2.

Possibilité 2A : Connexion pour tarifs de rachat garantis (TRG)

Avec des « **connexions pour tarifs de rachat garantis (TRG)** », les acheteurs de maisons exigent toujours de se procurer de l'énergie depuis le réseau, tout en revendant toute l'énergie produite par le matériel solaire PV au réseau durant les heures de clarté.

- Deux compteurs de services publics sont nécessaires : un qui mesure l'énergie achetée au réseau, et un qui mesure l'énergie livrée directement depuis le système de matériel solaire PV au réseau.
- Les systèmes de matériel solaire PV produisent de l'énergie, qui est acheminée vers le réseau, pas vers la maison.
- Les tarifs d'achat de l'énergie électrique et les taux de crédit de l'énergie dans le cadre des TRG sont généralement différents.

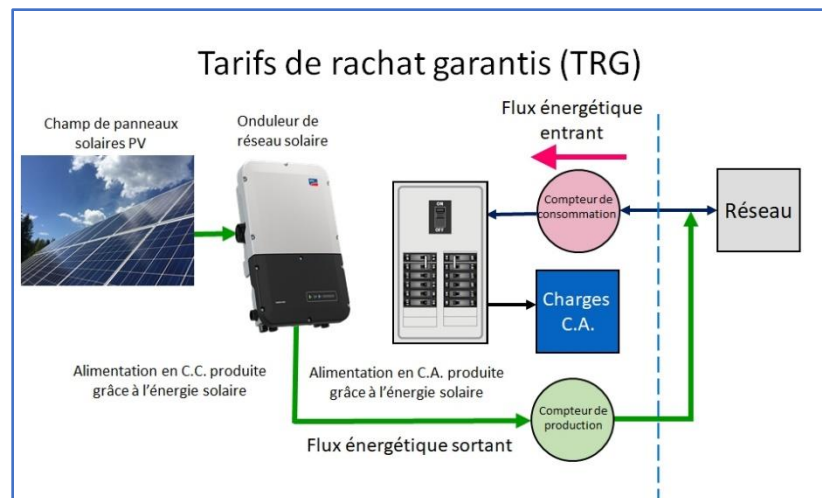


Figure 6 : Configuration électrique pour programme de tarifs de rachat garantis- avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems, et image de l'onduleur avec l'aimable autorisation de SMA

Possibilité 2B : Connexion pour comptage net ou facturation nette

Avec les « **connexions pour comptage net ou facturation nette** », les systèmes de matériel solaire PV et le réseau alimentent la maison en énergie électrique en parallèle.

Étape 2 : Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction

- Un seul compteur de services publics est nécessaire. Il mesure, de manière distincte, les arrivées d'énergie en provenance du réseau et les sorties d'énergie vers le réseau.
- La production d'énergie PV est d'abord acheminée vers les charges de C.A. sur site, ce qui réduit la consommation d'énergie en provenance du réseau.
- La production d'énergie PV au-delà des exigences de charges de C.A. sur site entraîne un acheminement d'énergie vers le réseau.

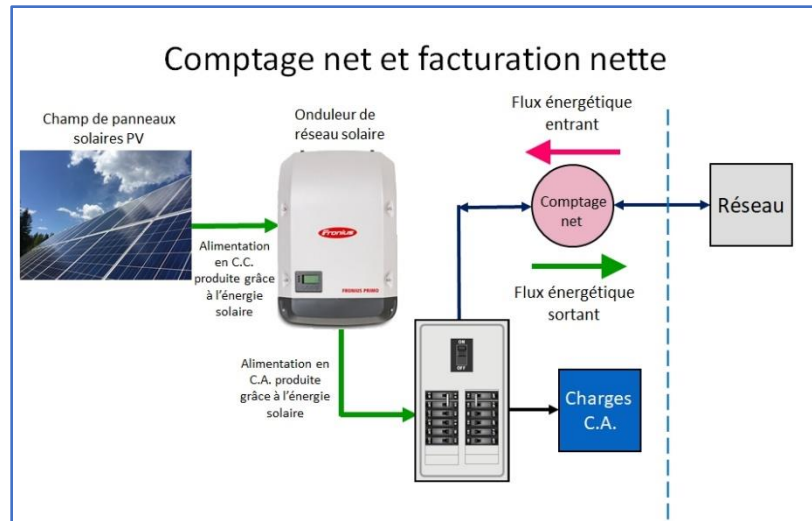


Figure 7 : Configuration électrique pour comptage net et facturation nette - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems, et image de l'onduleur avec l'aimable autorisation de Fronius

Avec les « **connexions de comptage net** », la facturation est établie en fonction des entrées d'énergie MOINS les sorties d'énergie.

Dans le cadre d'un comptage net avec une structure tarifaire à niveaux multiples, les retours sur investissement en matériel solaire PV les plus élevés peuvent être réalisés en fixant la taille des systèmes PV de manière à réduire la consommation en électricité des catégories tarifaires supérieures.

Par exemple, dans le cas de la structure tarifaire pour résidences de BC Hydro présentée à la figure 8, de nombreux types de systèmes PV en Colombie-Britannique se concentrent sur la réduction des achats d'énergie de catégorie 2 en provenance du réseau. Ce modèle permet de réaliser un investissement initial plus bas et d'obtenir un taux de retour par unité d'électricité produite plus élevé. Il s'oppose à des

TARIF DE CONSERVATION À DEUX CATÉGORIES

| | |
|---|------------------------|
| 9,45 cents/kWh | 14,17 cents/kWh |
| CATÉGORIE 1 | CATÉGORIE 1 |
| Seuil de la catégorie 1: 1 350 kWh, soit environ 22,2 kWh/jour | |

Figure 8 : Exemple de tarif à deux catégories – tarif de conservation résidentiel de BC Hydro, avril 2019

configurations à consommation énergétique nette zéro, dans le cadre desquelles toutes les entrées d'énergie depuis le réseau doivent être compensées, y compris pour l'énergie de catégorie 1, moins onéreuse.

Les « **connexions pour facturation nette** » sont les mêmes que les connexions pour comptage net, à une différence près : avec la facturation nette, les entrées et les sorties d'énergie sont soumises à des tarifs différents fixés par l'entreprise de services publics. En règle générale, l'entreprise de services publics fixe

Ressources naturelles Canada

Étape 2 : Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction

des tarifs inférieurs pour les sorties d'énergie vers le réseau et pour les entrées d'énergie du réseau vers le consommateur.

Possibilité 2C : Connexion pour consommation électrique nette zéro

Les « **connexions pour consommation électrique nette zéro** » fonctionnent de la même façon que les connexions de comptage net, avec la limitation suivante : avec les **connexions pour consommation électrique nette zéro**, l'entreprise de services publics limite les sorties totales d'énergie PV, de manière à ce qu'elles soient inférieures ou égales au total des entrées d'énergie depuis le réseau au cours d'une période de 365 jours : c'est de là que vient le nom de « connexion pour consommation électrique nette zéro ».

- Dans ces territoires de compétence, les projets de maisons à consommation énergétique nette zéro et de maisons prêtes à la conversion au zéro net ne peuvent être envisagés que si seule l'énergie électrique est utilisée. Les maisons à consommation énergétique nette zéro et les maisons prêtes à la conversion au zéro net devront utiliser des systèmes mécaniques entièrement électriques.

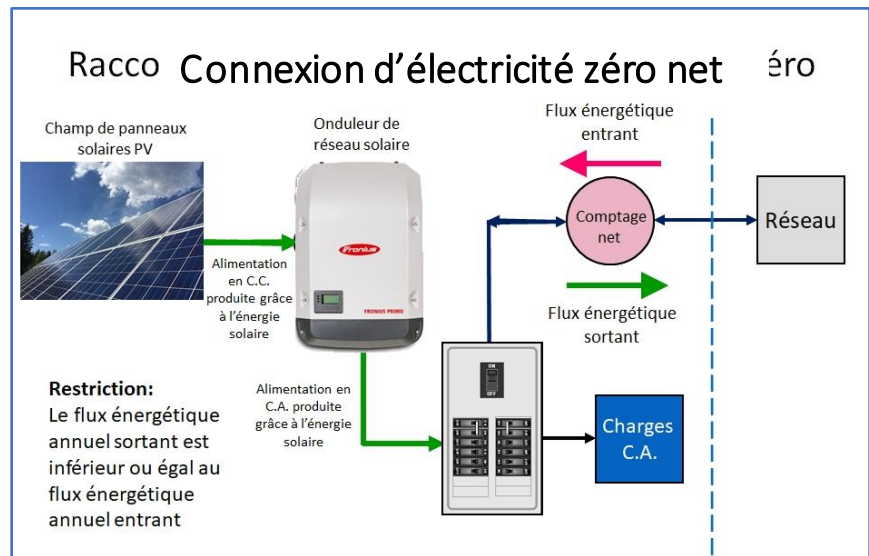


Figure 9 : Configuration électrique pour connexions à consommation électrique nette zéro - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems, et image de l'onduleur avec l'aimable autorisation de SMA

Possibilité 2D : Connexion au réseau pour l'énergie produite

Les « **connexions au réseau pour l'énergie produite** » exigent que l'intégralité de l'électricité produite par le matériel solaire PV soit consommée sur place. Ce type de connexion au réseau de service public ne permet pas de sortie d'énergie à destination du réseau à quelque moment que ce soit.

Étape 2 : Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction

- Il nécessite l'installation sur place d'une batterie permettant de stocker le surplus d'énergie produit par le matériel solaire PV pendant les périodes de surproduction et de l'utiliser ultérieurement pour les charges sur site.
- Nécessite l'inclusion d'un dispositif de contrôle de la consommation interne pour réguler les sorties d'énergie solaire PV pour un débit sortant zéro vers le réseau lorsque la batterie est entièrement chargée et qu'un surplus d'énergie solaire PV est accessible.
- Nécessite l'utilisation d'onduleurs solaires PV capables de générer du C.A. en parallèle avec le réseau grâce au matériel solaire PV, ou d'énergie stockée sur une batterie.

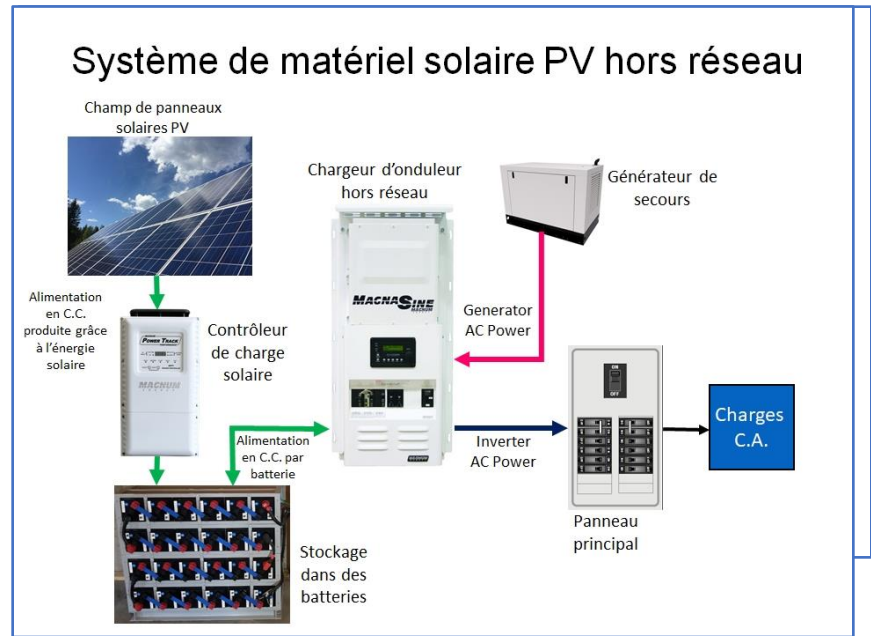


Figure 10 : Configuration électrique pour un système de matériel solaire PV hors-réseau - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems, et images des produits avec l'aimable autorisation de Magnum-Sensata

Possibilité 2E : Aucune connexion au réseau/système de matériel solaire PV hors réseau

Les « **systèmes de matériel solaire PV hors réseau** » sont des systèmes électriques indépendants qui ne sont pas raccordés au réseau.

- Ils nécessitent l'installation sur place d'une batterie permettant de stocker le surplus d'énergie produit par le matériel solaire PV pendant les périodes de surproduction et de l'utiliser ultérieurement pour les charges sur site.
- Généralement, les systèmes hors-réseau comportent un générateur de secours pour compenser les baisses de la production énergétique solaire PV.
- Ils nécessitent d'avoir recours à un chargeur d'onduleur et à un générateur de secours pendant les périodes de production d'énergie solaire PV insuffisante pour produire du C.A. à partir du générateur de secours et de charger la batterie grâce à l'énergie solaire PV.

Possibilités de configurations prêtes à accueillir une batterie/incluant une batterie

Intégration d'une **batterie** à un système de matériel solaire PV :

Ressources naturelles Canada

Étape 2 : Exigences pour le raccordement aux services publics et contraintes sur le chantier de construction

- augmente les coûts d'installation globaux du matériel solaire;
- obligatoire pour tous les systèmes hors-réseau;
- nécessite la réservation d'un espace dont l'aération convient à l'installation d'une batterie et du matériel de charge;
- peut stocker l'énergie PV pour une utilisation ultérieure dans la plupart des systèmes connectés au réseau (à l'exception des raccords pour TRG);
- peut stocker l'énergie en provenance du réseau pour une utilisation ultérieure selon les structures tarifaires avec une facturation au compteur horaire pour plus d'économies;
- peut fournir de l'énergie en cas de coupure de courant si on utilise un onduleur bimodal conformément à la figure 12.

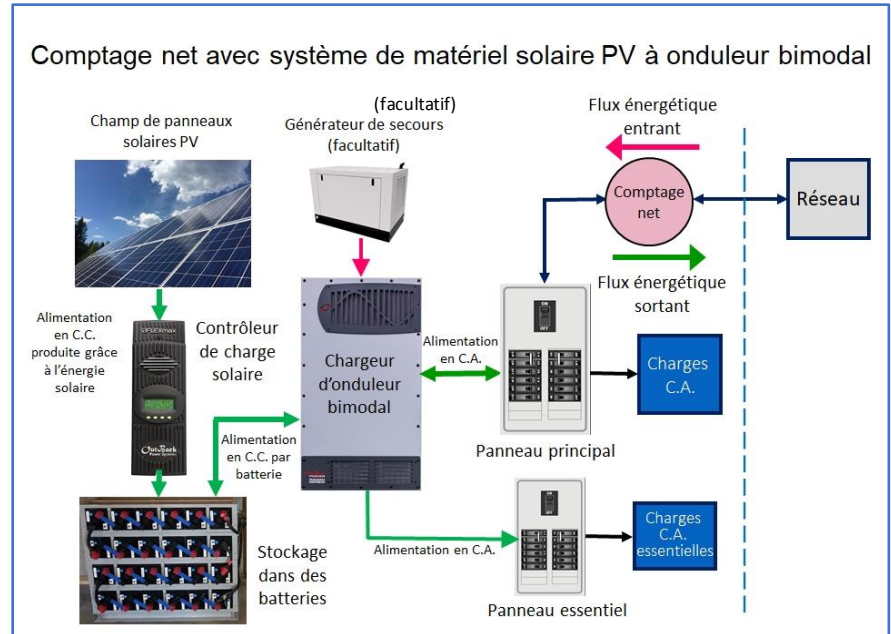


Figure 11 : Système de matériel solaire PV à comptage net à onduleur bimodal - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems, images de matériel avec l'aimable autorisation d'Outback Power Systems.

Configurations prêtes à l'installation d'une batterie :

Pour permettre l'installation d'une batterie à l'avenir, l'installation et les plans initiaux pour le matériel solaire PV peuvent être réalisés de manière à être « prêt à l'intégration d'une batterie ». Cette organisation permet de réduire les coûts ultérieurs d'installation d'une batterie pour le propriétaire.

Les exigences de base pour les installations prêtes à accueillir une batterie sont les suivantes :

- réservation d'une surface au sol suffisante à l'installation de la batterie à proximité de l'onduleur, et
- l'une des dispositions suivantes :
 - dans le cas des installations prêtes à accueillir du matériel solaire ou prêtes à la consommation nette zéro, s'assurer que le point de connexion (p. ex. : le répartiteur de service ou le panneau de service principal) et que le câblage est à même de prendre en charge la capacité du futur chargeur de batterie ou onduleur PV en fonction de la zone prévue pour le champ de panneaux solaires PV (voir ÉTAPE 6 pour de plus amples renseignements), et une surface murale suffisante pour l'installation du futur matériel de charge ou onduleur, ou
 - dans le cas des installations équipées de matériel solaire ou à consommation énergétique nette zéro, il est important d'opter pour un onduleur qui s'intégrera à l'installation à venir d'un onduleur bimodal et d'une batterie, et de réserver de l'espace pour accueillir ce matériel ultérieurement.

Ressources naturelles Canada

ÉTAPE 3 : Confirmation des exigences de conception pour l'intégration de panneaux solaires PV

Les deux étapes de décisions initiales ont défini :

- la préférence du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV (sujet abordé à l'ÉTAPE 1),
- les exigences de raccordement au réseau électrique public pour les systèmes de matériel PV raccordés au réseau (sujet abordé à l'ÉTAPE 2).

Avec ces deux renseignements, on peut désormais définir les exigences de conception :

- A. des caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment,
- B. des caractéristiques du système de CVC mécanique,
- C. le degré d'intégration à l'installation du système PV,
- D. les caractéristiques de l'onduleur PV,
- E. le degré d'intégration à l'installation de la batterie.

À l'ÉTAPE 3, le constructeur et l'équipe de conception intégrée :

- à l'aide d'une « **matrice de planification** », définissent les éléments de base et facultatifs à intégrer à l'installation solaire PV du site (à examiner),
- confirment que les exigences liées à la structure de la maison et au matériel solaire PV correspondent aux objectifs globaux du projet définis par le constructeur, avant de fixer le détail de la conception aux ÉTAPES 4 à 10 du présent Guide.

Matrice de planification

Pour utiliser la matrice de planification fournie au tableau 3, l'équipe de conception intégrée commence par saisir les résultats des ÉTAPES 1 et 2 dans le tableau de la matrice, conformément à la figure 13.

- Décision ÉTAPE 1 (à savoir la préférence du constructeur pour l'intégration de panneaux solaires PV) détermine la LIGNE de la matrice;

Étape 3 : Confirmation des exigences de conception pour l'intégration de panneaux solaires PV

- Décision ÉTAPE 2 (à savoir les exigences de raccordement au réseau électrique public) détermine

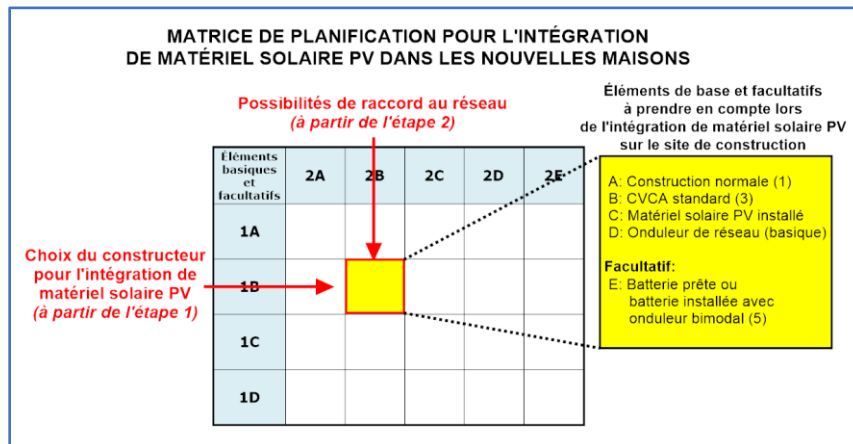


Figure 12 : Matrice de planification des exigences de base et facultatives pour l'intégration du matériel solaire PV à un chantier de construction

la COLONNE de la matrice.

L'intersection de ces paramètres définit les exigences de base de la conception pour l'intégration du matériel solaire PV sur le chantier, ainsi que les éléments facultatifs à envisager.

Pour chaque cas, les cinq paramètres et possibilités de conception sont les suivants :

- A. Enveloppe du bâtiment :** Structure normale/structure améliorée éventuellement nécessaire
- B. Système mécanique CVC :** Système CVC standard/efficacité améliorée du système CVC/système CVC entièrement électrique
- C. Intégration du matériel solaire PV :** Installation prête pour le matériel PV/système PV complet installé
- D. Onduleur :** Pas d'onduleur/onduleur relié au réseau/onduleur bimodal/chargeur d'onduleur hors-réseau;
(avec ou sans contrôleur de consommation interne)
- E. Intégration de la batterie :** Pas de batterie/prêt à l'installation d'une batterie/batterie installée

Tableau 3 : Matrice de planification des exigences de conception pour l'intégration du matériel solaire PV à un chantier de construction

| Exigences de conception de base et facultatives | | Possibilité de raccord au réseau électrique public (ÉTAPE 2) | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|---|--|---|
| | | 2A : Connexion pour tarifs de rachat garantis | 2B : Connexion pour comptage net ou facturation nette | 2C : Connexion électrique pour consommation nette zéro | 2D : Connexion consommation d'énergie produite uniquement | 2E : Pas de connexion au réseau disponible [6] |
| la possibilité d'intégration | 1A : Maison prête à l'installation | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur E : Pas de batterie | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur Facultatif : E : Prêt à l'installation d'une batterie | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur Facultatif : E : Prêt à l'installation d'une batterie | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur E : Prêt à l'installation d'une batterie | A : Structure normale [1] ou améliorée [2] B : Système CVC standard [3], amélioré [2] ou tout électrique [4] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Chargeur d'onduleur hors-réseau E : Batterie installée |
| | 1B : Maison prête à l'installation | | | | | |

Ressources naturelles Canada

Guide de décision et de planification pour le choix des systèmes de panneaux solaires PV

Étape 3 : Confirmation des exigences de conception pour l'intégration de panneaux solaires PV

| | | | | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|--|--|--|
| Exigences relatives aux batteries | 1B : Maison équipée de matériel solaire | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Matériel PV installé D : Onduleur relié au réseau E : Pas de batterie | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Matériel PV installé D : Onduleur relié au réseau Facultatif : E : Système prêt à l'installation d'une batterie ou batterie installée avec onduleur bimodal [5] | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Matériel PV installé D : Onduleur relié au réseau Facultatif : E : Système prêt à l'installation d'une batterie ou batterie installée avec onduleur bimodal [5] | A : Structure normale [1] B : CVC standard [3] C : Matériel PV installé D : Onduleur relié au réseau avec contrôleur de consommation interne E : Batterie installée Facultatif : E : Onduleur bimodal [5] | A : Structure normale [1] ou améliorée [2] B : Système CVC standard [3], amélioré [2] ou tout électrique [4] C : Matériel PV installé D : Chargeur d'onduleur hors-réseau E : Batterie installée |
| | 1C : Maison prête à la consommation nette zéro | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC amélioré [2] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur E : Pas de batterie | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC amélioré [2] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur Facultatif : E : Prêt à l'installation d'une batterie | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC entièrement électrique [4] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur Facultatif : E : Prêt à l'installation d'une batterie | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC amélioré [2] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Pas d'onduleur E : Prêt à l'installation d'une batterie | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC amélioré [2] C : Prête à l'installation de matériel PV D : Chargeur d'onduleur hors-réseau E : Batterie installée |
| | 1D : Maison à consommation énergétique nette zéro | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC amélioré [2] C : Matériel PV installé D : Onduleur relié au réseau E : Pas de batterie | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC amélioré [2] C : Matériel PV installé D : Onduleur relié au réseau (de base) Facultatif : E : Système prêt à l'installation d'une batterie ou batterie installée avec onduleur bimodal [5] | A : Structure améliorée [2] B : Système CVC entièrement électrique [4] C : Matériel PV installé D : Onduleur relié au réseau (de base) Facultatif : E : Système prêt à l'installation d'une batterie ou batterie installée avec onduleur bimodal [5] | DIFFICILE À RÉALISER Envisager la possibilité 1B : Maison équipée de matériel solaire , avec mises à niveau de l'efficacité énergétique [2] comme autre possibilité | DIFFICILE À RÉALISER Envisager la possibilité 1B : Maison équipée de matériel solaire , avec mises à niveau de l'efficacité énergétique [2] comme autre possibilité |
| | Batterie pas nécessaire | Prêt à l'installation d'une batterie ou installation d'une batterie facultative | Prêt à l'installation d'une batterie ou installation d'une batterie facultative | Prêt à l'installation d'une batterie ou installation d'une batterie nécessaire | Installation d'une batterie nécessaire | |

REMARQUES :

1. Les structures normales font appel à une conception de l'enveloppe habituellement utilisée par les constructeurs de maisons de la région. Ces maisons peuvent employer des conceptions d'enveloppe « normales » ou « améliorées », selon les habitudes du constructeur.
2. Les modèles de maison à consommation nette zéro doivent employer des structures améliorées, avec des mises à niveau de l'enveloppe pour réduire la charge thermique annuelle d'au moins 33 % par rapport à une maison de référence, ainsi que des systèmes mécaniques CVC à efficacité améliorée pour réduire le budget de consommation énergétique. Ce budget peut ensuite être compensé par l'énergie recueillie par le système de matériel solaire PV prévu ou installé.
3. Un système mécanique CVC standard peut utiliser du mazout ou de l'électricité pour fournir l'énergie nécessaire à la maison. Généralement, si on utilise du mazout, il répond à tous les besoins de chauffage de l'intérieur et de l'eau à usage domestique de la maison.
4. Les systèmes mécaniques CVC entièrement électriques font appel à des technologies de chauffage de l'espace et de l'eau fonctionnant entièrement à l'électricité, et aucun combustible fossile (p. ex. pompe solaire passive ou thermopompe pour le chauffage de l'intérieur, et pompe solaire passive ou thermopompe pour le chauffage de l'eau domestique).
5. Dans le cas des systèmes reliés au réseau avec une batterie pour le stockage de l'énergie, l'utilisation d'onduleurs bimodaux peut assurer une alimentation de secours aux charges essentiels pendant les coupures de courant.
6. Toutes les maisons hors-réseau auront besoin de batteries. Les chargeurs d'onduleurs doivent être en mesure de fonctionner sans alimentation en provenance du réseau.

Ressources naturelles Canada

Cas nécessitant le recours à des systèmes mécaniques CVC entièrement électriques

Deux situations de conception exigent le recours à des systèmes mécaniques CVC entièrement électriques pour atteindre les objectifs de rendement énergétique faisant appel à des énergies renouvelables définies pour ces projets de construction résidentielle, ou avoir la possibilité de les atteindre. Elles comprennent :

- les territoires de compétence en matière de services publics qui limitent la capacité des systèmes de matériel PV connectés au réseau en fonction de la consommation électrique annuelle. (c.-à-d. possibilité 2C : colonne « Connexion électrique pour consommation nette zéro » du tableau 3),

combiné aux cas suivants :

- maisons prêtes à la consommation nette zéro (c.-à-d. possibilité 1C), ou
- maisons à consommation nette zéro (c.-à-d. possibilité 1D).

Avec la possibilité 1D, à savoir les maisons à consommation énergétique nette zéro, la limitation de la production électrique PV nette zéro imposée par les services publics ne permet pas de surplus de production électrique par le matériel solaire PV pour compenser l'utilisation de gaz naturel ou d'autres combustibles fossiles par les systèmes mécaniques CVC (à l'exception de la biomasse renouvelable) pour respecter le budget énergétique net zéro annuel de la maison. Dans ces territoires de compétence, le seul moyen de parvenir à un rendement énergétique net zéro est d'avoir recours à des systèmes mécaniques entièrement électriques ou utilisant des énergies renouvelables.

Dans le cas de la possibilité 1C, à savoir les maisons prêtes à la consommation nette zéro, il est possible d'obtenir la désignation de maison prête à la consommation nette zéro tout en utilisant des systèmes mécaniques faisant appel à des combustibles fossiles dans les territoires de compétences dans lesquels des limitations de la production électrique nette zéro ont été instaurées : en effet, la désignation de maison prête à la consommation nette zéro est fondée sur les budgets énergétiques modélisés et la réservation de zones adaptées à l'installation à l'avenir de champs de panneaux solaires suffisamment grands pour compenser le budget énergétique annuel, de manière à parvenir à la consommation nette zéro.

- Toutefois, les maisons prêtes à la consommation énergétique nette zéro comprenant des systèmes mécaniques qui utilisent des combustibles fossiles ne pourront pas être converties en maisons à consommation énergétique nette zéro simplement en ajoutant des systèmes de matériel solaire PV à l'avenir : les contraintes imposées par les entreprises de services publics en matière de production d'énergie renouvelable limiteront la capacité des champs de panneaux solaires PV à compenser uniquement la consommation électrique sur place, mais pas la consommation de combustibles fossiles du site.

Dans ces territoires de compétence, le seul moyen d'obtenir la désignation de maison prête à la consommation énergétique nette zéro avec un plan de maison capable de cette conversion à l'avenir est d'avoir recours à des systèmes mécaniques entièrement électriques.

Scénarios difficiles à réaliser

Le coin inférieur droit de la matrice de planification comprend deux scénarios de conception difficile à atteindre. Ils comprennent :

- les maisons à consommation nette zéro (c.-à-d. possibilité 1D),

combinée aux cas suivants :

- les connexions au réseau ne permettant pas de sortie d'énergie du système de matériel solaire PV au réseau (c.-à-d. possibilité 2D : colonne « Connexion pour consommation d'énergie produite uniquement » du tableau 3),
- site de construction hors-réseau, sans possibilité de raccordement au réseau (c.-à-d. possibilité 2E : colonne « Aucune connexion au réseau existante » du tableau 3).

Dans ces circonstances, on conseille à l'équipe de conception intégrée d'envisager les approches d'intégration de matériel solaire décrites dans la partie *Maisons équipées de matériel solaire* (c.-à-d. possibilité 1B), en conjonction avec des améliorations de l'efficacité énergétique visant à réduire le budget énergétique sur place de la maison. Ces améliorations peuvent comprendre les modifications suivantes :

1. modifications de l'enveloppe du bâtiment,
2. modifications du système mécanique CVC.

Exemples d'utilisation de la matrice de planification

Exemple 1 :

Préférence du constructeur pour l'intégration de matériel solaire – **1B : Maison équipée de matériel solaire** (sujet abordé à l'ÉTAPE 1)

Connexion au réseau conformément aux indications de l'entreprise de services publics locale – **2B : Connexion pour comptage net** (sujet abordé à l'ÉTAPE 2)

MATRICE DE PLANIFICATION, puissance de sortie :

Exigences de base :

- A. Structure normale [1]
- B. CVC standard [3]
- C. Matériel PV installé
- D. Onduleur relié au réseau **Éléments facultatifs :**
- E. Système prêt à l'installation d'une batterie ou batterie installée avec onduleur bimodal [5]

Résumé d'examen : (exemple)

- Examen des exigences de base de conception pour s'assurer qu'elles correspondent aux attentes du constructeur.
- Le constructeur a passé en revue les éléments facultatifs et a décidé de n'inclure aucune possibilité de stockage à son projet.
- Le constructeur autorise les autres décisions de l'équipe de conception intégrée concernant l'intégration du matériel solaire PV.

Ressources naturelles Canada

Exemple 2 :

Préférence du constructeur pour l'intégration de matériel solaire – **1C : Maison prête à la consommation nette zéro** (sujet abordé à l'ÉTAPE 1)

Connexion au réseau conformément aux indications de l'entreprise de services publics locale – **2C : Connexion pour consommation électrique nette zéro** (sujet abordé à l'ÉTAPE 2)

MATRICE DE PLANIFICATION, puissance de sortie :

Exigences de base :

- A. Structure améliorée [2]
- B. Système CVC entièrement électrique [4]
- C. Prête à l'installation de matériel PV
- D. Pas d'onduleur

Éléments facultatifs :

- E. Prêt à l'installation d'une batterie

Résumé d'examen : (exemple)

- Examen des exigences de base de conception pour s'assurer qu'elles correspondent aux attentes du constructeur.
- Le constructeur a étudié les éléments facultatifs et a décidé de faire en sorte que la maison soit « prête à l'installation d'une batterie » et de s'assurer que l'installation d'un onduleur bimodal en prévision des situations de charge critique serait possible à l'avenir.
- Le constructeur autorise les autres décisions de l'équipe de conception intégrée concernant l'intégration du matériel solaire PV.
 - Les détails de toute amélioration de l'enveloppe du bâtiment doivent être élaborés dans le cadre de la conception du modèle de consommation énergétique nette zéro.
 - Le système CVC doit être conçu en intégrant des technologies de thermopompe à air à rendement élevé pour satisfaire à l'exigence « Système CVC entièrement électrique ».

Exemple 3 :

Préférence du constructeur pour l'intégration de matériel solaire – **1D : Maison à consommation énergétique nette zéro** (sujet abordé à l'ÉTAPE 1)

Connexion au réseau conformément aux indications de l'entreprise de services publics locale – **2D : Connexion pour consommation interne uniquement** (sujet abordé à l'ÉTAPE 2)

MATRICE DE PLANIFICATION, puissance de sortie :

DIFFICILE À ATTEINDRE; envisager la « possibilité 1B : Maison équipée de matériel solaire », avec mises à niveau de l'efficacité énergétique [2] comme autre possibilité.

Résumé d'examen : (exemple)

- Le constructeur et l'équipe de conception intégrée s'accordent à dire que la conception pour consommation énergétique nette zéro n'est pas facilement applicable du fait des limitations imposées par les entreprises de services publics sur les sorties d'électricité vers le réseau.

Ressources naturelles Canada

Étape 3 : Confirmation des exigences de conception pour l'intégration de panneaux solaires PV

- Après avoir étudié les possibilités avec le constructeur et le propriétaire, on procédera à l'intégration du matériel solaire avec :
 - *l'installation du matériel solaire PV, incluant une possibilité de stockage sur batterie et l'onduleur bimodal facultatif,*
 - *l'étude des mises à niveau de l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment et des systèmes mécaniques CVC par l'équipe de conception pour limiter la nécessité d'avoir recours à l'électricité en provenance du réseau et de la compléter avec du mazout de chauffage.*

ÉTAPE 4 : Définition des objectifs de production énergétique annuelle des panneaux solaires PV

En gardant l'objectif du constructeur à l'esprit, le consultant en matériel PV peut réaliser une étude complète des possibilités de production d'énergie solaire sur le site et de l'efficacité des systèmes de matériel solaire PV. Ces évaluations seront exactes si le consultant en matériel PV a accès à toutes les ressources nécessaires, notamment :

- les plans des bâtiments,
- les plans d'aménagement paysager,
- le chantier, pour permettre la réalisation d'une évaluation de l'exposition au soleil avec des techniques de photographie solaire,
- les objectifs de production énergétique annuelle des panneaux solaires PV.

Vous trouverez des renseignements supplémentaires sur les évaluations du site pour le matériel solaire à l'**annexe A, Questions courantes sur le matériel solaire PV et clarifications à l'intention des constructeurs**, dans les réponses aux questions 3 et 4.

Possibilité 4A : Aucun objectif de production annuelle d'énergie PV

Dans ce cas, le constructeur n'a aucun objectif précis de production d'énergie PV, ou il prépare simplement le terrain pour une installation de matériel solaire à l'avenir.

Un consultant en matériel PV peut :

- définir le potentiel de production énergétique de la surface de toit ou des autres emplacements possibles pour le matériel PV,
- définir la probabilité de bon fonctionnement d'un système de matériel solaire PV au vu du potentiel des champs de panneaux solaires, leur emplacement et la mesure des contraintes locales liées à l'ombre,
- s'assurer que les plans des bâtiments, l'infrastructure électrique et les emplacements du matériel mécanique (conduits d'aération, colonnes...) conviennent à l'installation du matériel solaire PV,
- mettre de l'avant les effets structurels à faire contrôler pour s'assurer que le matériel solaire PV peut être installé.

Possibilité 4B : Objectifs de compensation énergétique partielle

Il est possible que le constructeur ait fixé un objectif de production énergétique du matériel solaire PV. L'évaluation du consultant en matériel PV, les projections de production d'énergie solaire qu'il a établies ainsi que ses conseils contribueront à établir si les objectifs peuvent être atteints sans modifier la conception de l'installation. Le consultant en matériel PV définira tout obstacle éventuel à l'atteinte des

Ressources naturelles Canada

objectifs et proposera des solutions pour augmenter le rendement de la production énergétique sur le site.

Possibilité 4C : Consommation énergétique nette zéro

Si un constructeur cherche à obtenir une certification de consommation énergétique nette zéro ou pour un bâtiment prêt à la consommation énergétique nette zéro, il doit faire appel aux services d'un conseiller en efficacité énergétique pour établir la consommation énergétique annuelle du bâtiment.

Le conseiller en efficacité énergétique :

- utilise les plans fournis pour créer un modèle énergétique du bâtiment,
- procède à l'estimation de la consommation énergétique annuelle du bâtiment en se fondant sur ses conditions de fonctionnement normales,
- formule des commentaires et des recommandations pour les économies d'énergie et la réduction de la consommation énergétique du bâtiment.

La consommation énergétique annuelle peut être exprimée en gigajoules (GJ) ou en kilowatt-heures (kWh).

1 GJ = 277,8 kWh
1 kWh = 0,0036 GJ

Une fois la consommation énergétique annuelle conforme aux exigences pour les bâtiments à consommation énergétique nette zéro ou prêts à la consommation énergétique nette zéro définie par le conseiller en efficacité énergétique, le constructeur transmet l'information au conseiller en matériel PV, qui concevra et établira l'envergure des systèmes de matériel PV en s'appuyant sur les objectifs de production énergétique PV du constructeur.

Conformité aux exigences des services publics du système de matériel solaire PV

les approches des fournisseurs d'électricité quant au matériel solaire PV varient :

- Lignes directrices pour le raccord au réseau des systèmes de production énergétique
- Comptage du revenu
- Structures tarifaires
- Méthodes de raccord au réseau
- Limites de la capacité

La conception des systèmes de matériel PV raccordés au réseau doit :

- respecter les limites et les exigences des entreprises de services publics,
- avoir l'aval de l'entreprise de services publics avant le début de l'installation du système de matériel PV.

Le consultant en matériel solaire PV doit être au fait de ces exigences et être en mesure de formuler des conseils spécifiques au territoire de compétence pour projet d'intégration de matériel solaire PV.

REMARQUES :

1. La consommation électrique est exprimée en kilowatt-heures (kWh) sur les factures envoyées aux clients des fournisseurs d'électricité. L'énergie électrique (kW) est la **fréquence de production ou de consommation d'énergie électrique (kWh)** à un instant T.
2. Puissance de sortie du système de matériel PV (kW) x nombre d'heures à ce niveau = énergie solaire PV produite (kWh)
3. La production de crête d'énergie d'un système de matériel solaire PV (kWc) est indiquée en supposant des conditions de fonctionnement normalisées, avec des modules solaires tous testés en usine. La puissance de sortie réelle du système de matériel PV (kW) n'est pas constante : elle varie constamment en fonction de l'heure, des conditions météorologiques, de la température, de l'ombre, du mois, des pertes

EXEMPLES :

1. Un système de matériel solaire PV de 10 kWc produisant 5 kW en permanence pendant 30 minutes produira 2,5 kWh.
2. Un système de matériel solaire PV de 20 kWc produisant 18 kW en permanence pendant 6 minutes produira 1,8 kWh.

Exigences relatives au stockage sur batterie

Si les plans du système comprennent un stockage sur batterie, le consultant en matériel solaire PV ou le conseiller en efficacité énergétique peut formuler des conseils auprès du constructeur au sujet de la capacité de stockage sur batterie à envisager en plus des exigences relatives à l'espace à allouer à l'installation, immédiatement ou à l'avenir, dans le cas d'une maison « prête à l'installation d'une batterie ».

Ressources naturelles Canada

ÉTAPE 5 : Définition des emplacements et des tailles des champs de panneaux solaires PV

Le consultant en matériel solaire étudiera les emplacements possibles d'implantation des champs de panneaux solaires pour définir les capacités de production d'énergie solaire, les projections de production d'énergie solaire, et la taille minimale des champs de panneaux solaires nécessaire à l'atteinte des objectifs de production d'énergie solaire établis à l'ÉTAPE 4.

Les panneaux solaires produisent principalement de l'énergie grâce à la lumière du soleil qui entre en contact avec leur surface à un angle perpendiculaire. Au Canada, les panneaux solaires PV orientés vers le Sud et installés à un angle correspondant à la longitude du site ont généralement une production annuelle d'énergie optimale. Toutefois, d'autres orientations peuvent aussi permettre une grande efficacité.

Chaque région a sa propre réglementation concernant les lieux d'implantation des champs de panneaux solaires. Dans certaines régions, les structures doivent avoir une fonction principale outre l'accueil de systèmes de matériel solaire PV.

Les emplacements possibles pour les champs de panneaux solaires comprennent :

- Possibilité 5A : panneaux solaires installés sur les toits
- Possibilité 5B : panneaux solaires installés sur une structure adjacente
- Possibilité 5C : installation murale ou sur des rampes
- Possibilité 5D : champs de panneaux solaires installés au sol

Possibilité 5A : champs de panneaux solaires installés sur les toits

Les panneaux solaires installés sur les toits, comme présentés à la figure 14, sont couramment employés dans le cadre de l'intégration du matériel solaire PV à une maison. Les coûts des champs de panneaux solaires installés sans intervalle sont inférieurs à ceux divisés en sections plus petites. Les installations solaires installées sur les toits et dont les sections sont interrompues par des proéminences, des sillons, des pignons ou des lucarnes peuvent être plus onéreuses à installer, et être sujettes à plus d'ombre indésirable projetée par le matériel.



Figure 13 : Système de matériel solaire PV installé sur un toit dont les champs de panneaux solaires sont exposés au Sud et à l'Ouest - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

Ressources naturelles Canada

Une approche de conception intégrée permettra d'opter pour des possibilités simplifiées de conception pour l'installation sur les toits du matériel solaire PV design, de réduire les coûts d'installation et d'améliorer les projections de production d'énergie solaire PV.

Possibilité 5B : panneaux solaires installés sur une structure adjacente

Les toits des structures adjacentes à la maison peuvent aussi convenir à l'installation de panneaux solaires PV. Elles peuvent comprendre :

- les abris pour pique-nique, de loisir, ou pour la cuisine (voir exemple à la figure 15),
- garages détachés, abris à voiture ou de stationnement (voir exemple à la figure 16).



Figure 14 : Abri solaire PV sur une aire récréative extérieure
– avec l'aimable autorisation de Lumos Solar



Figure 15 : Abri solaire PV résidentiel pour place de stationnement
– avec l'aimable autorisation de Lumos Solar

Possibilité 5C : installation murale ou sur des rampes

Les rampes ou les murs exposés au Sud peuvent convenir à l'installation de matériel solaire si aucun obstacle ne limite leur exposition au soleil. Les champs de panneaux solaires à installation murale se situent souvent en hauteur sur les murs des bâtiments afin de limiter les risques de dommages et de projection d'ombre, en particulier en hiver.

- Si les rampes des panneaux solaires sont inclinées sur le mur, comme présenté à la figure 17, le champ de panneaux solaires PV peut agir comme un auvent pour mettre les fenêtres et les portes situées sous les panneaux à l'ombre. Ce type d'installation :



Figure 16 : Système de matériel solaire PV résidentiel à installation murale

- avec l'aimable autorisation de Blue Water Energy

- augmente la production générale d'énergie solaire par rapport à une installation à la verticale,
- réduit la charge liée à la climatisation de la maison en été grâce à l'ombre ainsi créée.

Possibilité 5D : champs de panneaux solaires installés au sol

Les supports au sol pour panneaux solaires, comme celui présenté à la figure 18, sont des structures situées à proximité de la maison. Leur seule utilité est d'accueillir des champs de panneaux solaires PV. Parmi les avantages de ce type de supports, on peut citer :

- la possibilité d'orienter le champ pour l'exposer au Sud,
- la possibilité d'incliner le champ de manière à optimiser la production d'énergie sur le site,
- l'existence sur le marché de supports réglables en fonction de la saison de manière à maximiser la production d'énergie solaire annuelle, au besoin,



Figure 17 : Champ de panneaux solaires PV à installation au sol
- avec l'aimable autorisation de
Riverside Energy Systems

avant d'envisager l'installation d'un champ de panneaux solaires installés au sol, on recommande de consulter la réglementation locale relative aux exigences de conception et d'acceptabilité.

Éléments à prendre en compte relatifs à l'exposition au soleil et à l'ombre

La puissance de sortie du module solaire dépend des niveaux d'exposition directe au soleil et de la lumière entrant en contact avec les cellules à la perpendiculaire. À tout moment et tout au long de l'année, l'ombre réduit radicalement la puissance de sortie du module et réduit la production d'énergie annuelle.

Un rendement optimal du système de matériel solaire PV nécessite une prise en compte minutieuse de l'exposition à l'ombre dès les premières étapes du processus, à éviter par tous les moyens, et à limiter par le biais des choix en matière de matériel solaire PV.

Les concepteurs de matériel solaire PV doivent évaluer les deux formes d'exposition à l'ombre des champs de panneaux solaires, et en tenir compte :

Exposition à des ombres externes

- causées par des obstacles externes au bâtiment tels que : des arbres, des bâtiments adjacents, des montagnes, des panneaux, des câbles électriques ou de la neige,
- peut limiter la faisabilité des projets de matériel solaire PV,
- peut être difficile à régler directement,
- peut être mesurée et évaluée avec précision grâce à des techniques de photographie solaire,

Ressources naturelles Canada

- peut être prise en compte dans les modèles d'exposition au soleil et les projections de production énergétique,
- peut être limitée par un changement d'emplacement ou une réorientation des panneaux solaires, et par le choix de la technologie d'onduleur.

Ombre projetée par le bâtiment

- Projetée par les éléments du bâtiment :
 - *lucarnes et pignons (voir figure 19),*
 - *colonnes de plomberie,*
 - *évents de toiture,*
 - *antennes paraboliques.*
- Peut être évaluée grâce à des techniques de modélisation 3D.
- Peut souvent être éliminée grâce à la mise en œuvre scrupuleuse des décisions de conception et par la collaboration dans le cadre du processus de construction.
- Peut être limitée par le choix de la technologie d'onduleur.

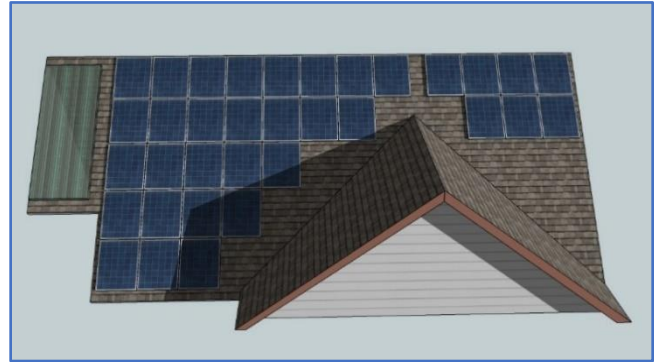


Figure 18 : Exemple d'ombre projetée sur les panneaux solaires par le pignon du toit
- avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

ÉTAPE 6 : Méthodes de point de connexion et répercussions sur la production électrique

Les systèmes de matériel solaire PV peuvent grandement influencer les besoins relatifs à l'infrastructure électrique de la maison. Ces considérations doivent être définies pendant la phase de conception intégrée, et mises en œuvre pendant la phase de construction, en collaboration entre le conseiller en matériel solaire PV, l'électricien et l'installateur de matériel solaire PV, de manière à éviter toute limitation de la capacité ou la création de coûts supplémentaires pour l'installation du matériel solaire PV.

Parmi les effets du matériel électrique solaire PV et les éléments à prendre en compte, on peut citer :

- la configuration de la maintenance et l'envergure du matériel, qui peuvent limiter la capacité autorisée du matériel solaire PV, conformément à la description de la section 64 du Code canadien de l'électricité (CCÉ),
- un dispositif verrouillable de débranchement de la production solaire de C.A. exigé par le CCÉ et les entreprises de service public peut devoir être installé à un endroit précis pour satisfaire aux exigences de l'entreprise locale de services publics.
- d'autres limitations et exigences de raccordement au réseau local doivent être prises en compte dans le cas d'approches comportant un raccordement au réseau (p. ex. exigence pour l'installation d'un contrôleur de consommation interne, limites annuelles des sorties d'énergie électrique ou des exportations vers le réseau),
- la nécessité d'installer des conduits, des canalisations ou des câbles électriques solaires PV entre certaines parties du bâtiment en fonction de la conception du système de matériel PV, des emplacements du matériel solaire et du point de connexion au réseau de services publics, ainsi que du type de stockage sur batterie (inclus dans la conception du système ou non),
- si on utilise un onduleur bimodal pour fournir de l'énergie de secours pendant les coupures de courant, il est possible que les circuits de dérivation de la maison doivent être isolés et câblés de manière à fournir des charges critiques et non critiques séparément.

Les conseils d'un professionnel du matériel solaire PV bien au fait des exigences relatives aux systèmes d'énergie renouvelable du CCÉ avant le début des travaux du réseau électrique sont d'une importance capitale pour s'assurer que la capacité de production d'énergie solaire PV souhaitée peut être aisément mise en place. Le CCÉ exige que le câblage C.C. du matériel solaire PV à l'intérieur du bâtiment soit placé dans un boîtier fermé en métal.

- Les câbles armés correspondent à cette exigence.
- Les conduits ou les canalisations en métal correspondent à cette exigence.
- L'utilisation de conduits électriques en PVC limite les possibilités de placement de l'onduleur à l'extérieur du bâtiment.

Lignes directrices « Prêt pour le photovoltaïque » de RNCAN

Le guide « Prêt pour le photovoltaïque » précise les éléments suivants, relatifs à l'installation de conduits électriques PV :

- doivent s'arrêter au moins 6 po au-dessus du niveau d'isolation souhaité et au moins à 18 po du côté inférieur du voligeage.
- comporter aussi peu de coudes que possible : idéalement, les conduits devraient être droits,
- ils doivent comporter une ligne de tirage pour l'installation à venir de conducteur ou de câbles,
- doivent être gainés pour protéger l'étanchéité à l'air de l'enveloppe jusqu'à l'installation du matériel solaire.

À l'intérieur d'un bâtiment, le conduit électrique du système de matériel PV doit être en métal s'il doit accueillir des conducteurs acheminant du C.C. Les tailles exactes des conduits solaires PV, leurs emplacements de début et de fin, ainsi que leurs trajets seront indiqués par le consultant en matériel PV. Il consultera pour cela le constructeur et l'électricien, qui procèdent à la mise en place des conduits solaires PV.

Possibilités de point de connexion

Les parties suivantes décrivent trois possibilités de point de connexion pour les systèmes de matériel solaire PV.

Possibilité 6A : Disjoncteur ou dispositif de débranchement pour tarifs de rachat garantis (TRG)

Cette possibilité de point de connexion est utilisée quand les exigences de raccordement au réseau de services publics sont fondées sur la **possibilité 2A : Connexion pour tarifs de rachat garantis (TRG)**.

Avec la **possibilité 6A**, le système de matériel solaire PV est connecté par le biais d'un disjoncteur pour TRG (ou d'un dispositif de débranchement à fusible) et d'un compteur de TRG distinct pour le réseau de services publics, conformément à la figure 20.

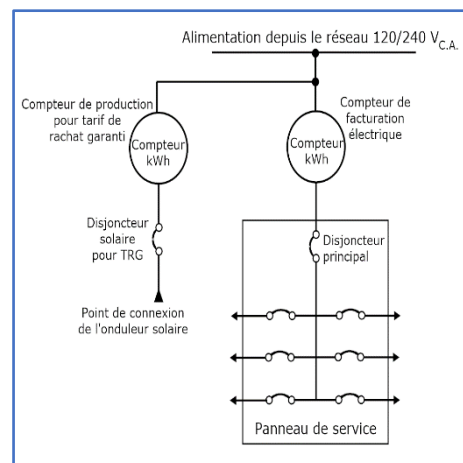


Figure 19 : Point de connexion pour tarif de rachat garanti

Possibilité 6B : Disjoncteur ou dispositif de débranchement du panneau de service principal

Cette possibilité de point de connexion est utilisée pour **tous les raccordements au réseau de service public en-dehors de la possibilité 2A**, quand la **capacité du système de matériel solaire PV est suffisamment faible pour pouvoir être prise en charge par le panneau de service principal**.

Dans le cas de la **possibilité 6B**, le système de matériel solaire PV est connecté au réseau par le biais d'un disjoncteur monophasé à 2 pôles dédié et situé sur le panneau électrique principal de la maison, conformément à la figure 21.

La cote maximale autorisée pour un disjoncteur (ou un fusible) de système de matériel solaire PV, et par conséquent la taille maximale du système de matériel solaire PV qui peut être connecté conformément à la possibilité 6B, est précisée par le règlement 64-114 du CCÉ sur les exigences concernant la capacité de bus du point de connexion :

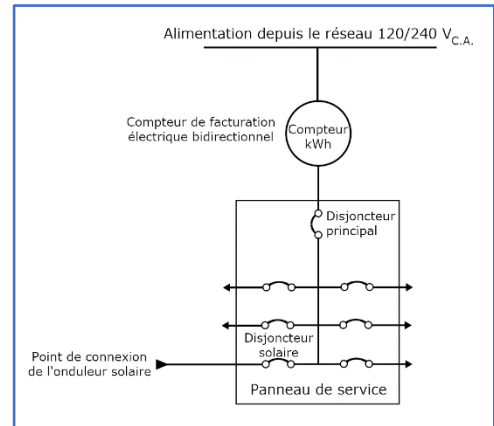


Figure 20 : Point de connexion principal au panneau de service

Cote du disjoncteur C.A. solaire PV + cote du disjoncteur C.A. principal \leq 125 % de la cote du bus

Choix du panneau de service électrique dans le cas de la possibilité 6B :

- Les panneaux de service électriques des maisons neuves doivent être équipés de disjoncteurs principaux pour l'alimentation depuis le réseau avec les cotes suivantes : 100 A, 125 A, 200 A ou 400 A, en fonction de la conception de la maison et de la capacité offerte par l'entreprise de services publics.
- Les cotes de courant bus (capacité bus) des panneaux de service principaux peuvent être supérieures à celle du disjoncteur d'alimentation principal, selon la marque et le modèle du panneau :
- le choix méticuleux d'un panneau de service principal (marque et modèle) avec des cotes de bus supérieures permettra le raccordement de systèmes de matériel solaire PV de plus grande taille en suivant la possibilité 6B, tout en minimisant les coûts de connexion au point d'utilisation.
- Dans les installations prêtes à accueillir du matériel solaire, le choix d'un panneau de service principal avec une cote de bus trop basse peut limiter la capacité du matériel solaire installé à l'avenir, comme le montre la figure 22.

Exemples de capacité maximale de matériel solaire PV de deux marques et modèles différents : panneaux de service résidentiels de 200 A, avec des cotes de bus différentes :

1. Disjoncteur principal = 200 A; Cote de bus du panneau principal = 200 A; Disjoncteur solaire PV max = 50 A
Capacité max du disjoncteur = 50 A x 80 %* x 240 V = 9 600 W ou 9,6 kW

- Disjoncteur principal = 200 A; Cote de bus du panneau principal = 225 A; Disjoncteur solaire PV max = 80 A
Capacité max du disjoncteur = $80 \text{ A} \times 80 \% \times 240 \text{ V} = 15\,360 \text{ W}$ ou 15,4 kW



Figure 21 : Système prévu pour une puissance de 15 kWc, limité à 10 kWc par le panneau de service électrique choisi
- avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

Possibilité 6C : Répartiteur de service disjoncteur ou dispositif de débranchement solaire

Cette possibilité de point de connexion est utilisée pour **tous les raccordements au réseau de service public en-dehors de la possibilité 2A**, quand la capacité nominale du système de matériel solaire PV est trop élevée pour pouvoir être prise en charge par le panneau de service principal.

Avec la **possibilité 6C**, le système de matériel solaire PV est connecté par le biais d'un disjoncteur distinct pour le système de matériel solaire (ou d'un dispositif de débranchement à fusible) à un répartiteur de service, comme le montre la figure 23.

Dans ce cas de figure, la cote du répartiteur ou la cote de courant admissible du conducteur de réseau qui détermine la capacité maximale du disjoncteur, en fonction de la valeur la plus basse.

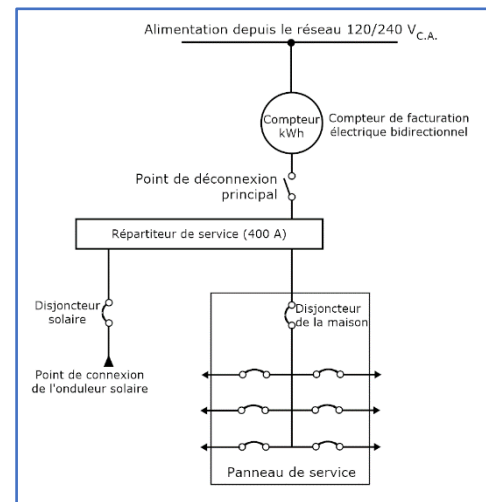


Figure 22 : Répartiteur de service utilisé au point de connexion

Par exemple, les conducteurs de réseau de 200 A alimentent un répartiteur de 400 A connecté à un panneau principal de 200 A. La capacité maximale du matériel solaire PV est définie comme suit :

Maximum, disjoncteur solaire PV = 200 A

Capacité maximale de l'onduleur = $200 \text{ A} \times 80 \% \times 240 \text{ V} = 38\,400 \text{ W}$ ou 38,4 kW

Ressources naturelles Canada

***Remarque** : Pour garantir la fiabilité du fonctionnement, les disjoncteurs ou les fusibles ne doivent pas être chargés en permanence à plus de 80 % de leur capacité nominale.

ÉTAPE 7 : Méthodes de fixation du système de matériel PV et effets structurels

Effets structurels

Les champs de panneaux solaires PV ont des effets sur les structures sur lesquelles ils sont installés.

- Les champs de panneaux solaires peuvent produire une charge ponctuelle importante plutôt qu'une charge permanente homogène, en particulier quand ils sont recouverts de neige.
- De la même façon, la sous-pression des champs de panneaux solaires est concentrée aux points d'ancrage. Les éléments d'ancrage et le matériel de fixation doivent être conçus pour résister à ces forces sans endommager le revêtement du toit, ni son manteau de protection.
- Les méthodes de fixation qui impliquent une pénétration dans le revêtement du toit créent des points d'infiltration pour l'humidité, ce qui pourrait compromettre l'intégrité structurelle du revêtement du toit, son infrastructure ou son matériel de fixation.
- Les méthodes de fixation lestées augmentent la charge permanente du toit de manière significative, ce qui peut gêner le drainage du toit et entraîner une abrasion de la membrane du toit si l'installation n'est pas correcte.

REMARQUE à l'intention des constructeurs, des consultants en matériel PV et des installateurs au sujet des méthodes de fixation des rampes :

Il est nécessaire d'examiner et de finaliser les approches de montage du matériel solaire PV par le biais de discussions sur la conception intégrée entre le constructeur, le consultant en matériel PV, l'ingénieur des structures et l'autorité compétente autour de l'installation.

Avant d'opter pour une méthode de fixation, les constructeurs doivent demander conseil à leurs ingénieurs des structures (par l'intermédiaire du fabricant des fermes ou indépendamment), afin d'obtenir des garanties structurelles professionnelles. Elles doivent concerner l'ensemble des pièces et des éléments de fixation employés pour l'installation du système de matériel solaire PV.

Le document CSA « *Lignes directrices sur les pratiques exemplaires d'installation de matériel photovoltaïque solaire sur les toits* » (SPE-900 [3]) fournit des renseignements supplémentaires sur les exigences d'installation.

Les stratégies de fixation des rampes doivent :

- simplifier l'installation,
- minimiser les effets structurels et les conséquences pour le revêtement du toit,
- garantir que le matériel est scellé et étanche à l'eau,
- résister à la corrosion et maintenir l'intégrité structurelle tout au long de la durée de vie de l'installation.

Les panneaux solaires PV peuvent être fixés aux toits des bâtiments résidentiels de plusieurs manières. Certaines méthodes courantes :

- Possibilité 7A : Ancrages scellés et fixés à l'infrastructure du toit (p. ex. fermes du toit)

Ressources naturelles Canada

Conformité aux exigences des services publics du système de matériel solaire PV

les approches des fournisseurs d'électricité quant au matériel solaire PV varient :

- Lignes directrices pour le raccord au réseau des systèmes de production énergétique
- Comptage du revenu
- Structures tarifaires
- Méthodes de raccord au réseau
- Limites de la capacité

La conception des systèmes de matériel PV raccordés au réseau doit :

- respecter les limites et les exigences des entreprises de services publics,
- avoir l'aval de l'entreprise de services publics avant le début de l'installation du système de matériel PV.

Le consultant en matériel solaire PV doit être au fait de ces exigences et être en mesure de formuler des conseils spécifiques au territoire de compétence pour projet d'intégration de matériel solaire PV.

REMARQUES :

1. La consommation électrique est exprimée en kilowatt-heures (kWh) sur les factures envoyées aux clients des fournisseurs d'électricité. L'énergie électrique (kW) est la **fréquence de production ou de consommation d'énergie électrique (kWh)** à un instant T.
2. Puissance de sortie du système de matériel PV (kW) x nombre d'heures à ce niveau = énergie solaire PV produite (kWh)
3. La production de crête d'énergie d'un système de matériel solaire PV (kWc) est indiquée en supposant des conditions de fonctionnement normalisées, avec des modules solaires tous testés en usine. La puissance de sortie réelle du système de matériel PV (kW) n'est pas constante : elle varie constamment en fonction de l'heure, des conditions météorologiques, de la température, de l'ombre, du mois, des pertes

EXEMPLES :

1. Un système de matériel solaire PV de 10 kWc produisant 5 kW en permanence pendant 30 minutes produira 2,5 kWh.
2. Un système de matériel solaire PV de 20 kWc produisant 18 kW en permanence pendant 6 minutes produira 1,8 kWh.

Exigences relatives au stockage sur batterie

Si les plans du système comprennent un stockage sur batterie, le consultant en matériel solaire PV ou le conseiller en efficacité énergétique peut formuler des conseils auprès du constructeur au sujet de la capacité de stockage sur batterie à envisager en plus des exigences relatives à l'espace à allouer à l'installation, immédiatement ou à l'avenir, dans le cas d'une maison « prête à l'installation d'une batterie ».

Ressources naturelles Canada

Possibilité 7B : Ancrages scellés et fixés au revêtement du toit

Des produits d'ancrage et d'étanchéité pour le matériel solaire PV conçus et agréés pour la fixation à l'aide de vis directement dans les installations de couverture ou les tôles de toit qui le permettent sont aussi offerts dans le commerce, comme le montre la figure 25.

Ce type de système d'ancrage est plus usité pour l'installation de matériel solaire PV dans le cadre de travaux de modernisation. Il est toutefois aussi envisageable pour les bâtiments neufs.

Possibilité 7C : Brides de toit à joints debout en métal

Dans le cas de toits en métal à joints debout il peut être possible de fixer des rampes pour matériel solaire PV directement au toit à l'aide de brides à joints debout conçues pour être compatibles au système de toit, comme le présente la figure 26.

Cette méthode présente l'avantage de réduire ou d'éliminer les pénétrations dans la membrane du toit rencontrées dans le cas d'autres méthodes d'ancrage de champs de panneaux solaires.

En étudiant cette possibilité au cours du processus de conception intégrée, il est possible de repérer les produits de couverture à joint debout d'un calibre suffisant et présentant un espacement des joints debout adapté. On peut alors envisager cette possibilité avant l'installation.



Figure 23 : Ancrages scellés et vissés au revêtement du toit, avec la rampe installée - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

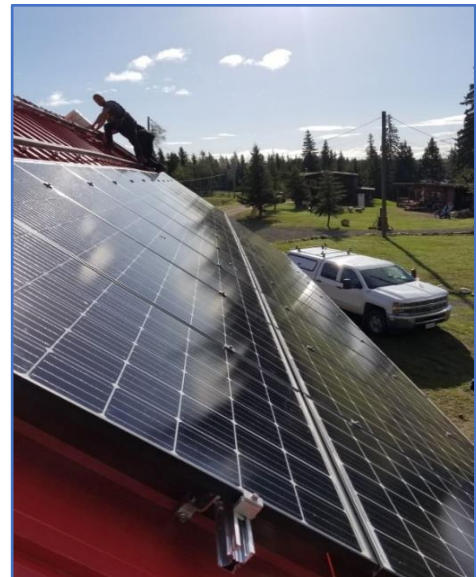


Figure 24 : Fixations de rampes à un toit en métal à joint debout – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

Possibilité 7D : Systèmes lestés pour toits plats

Les rampes lestées peuvent convenir aux toits plats (c.-à-d. dont le dénivelé est inférieur à 7 degrés), comme le montre la figure 27.

Le placement dûment conçu de blocs lestés permet de maintenir les champs de panneaux solaires PV en place, en résistant au vent et aux secousses sismiques du site avec peu d'éléments de fixation mécaniques à la toiture, voire aucun.

Ressources naturelles Canada

Étape 7 : Méthodes de fixation et effets structurels

Les rampes lestées ajoutent à la charge permanente du toit, et potentiellement une charge en lien avec la neige. Ces aspects nécessitent des garanties structurelles et un examen professionnel au cours du processus de conception intégrée.



Figure 25 : Exemple de champ de panneaux solaires PV sur un toit-terrasse ballasté – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

Références

3. « Lignes directrices sur les pratiques exemplaires d'installation de matériel photovoltaïque solaire sur les toits », document CSA SPE-900, 26 septembre 2013.
4. « Procédure de conception de fermes prêtes à accueillir du matériel solaire », bulletin technique n° 7 du TPIC, révisé le 12 mars 2020. exemplaire en format PDF accessible ici : https://tpic.ca/wp-content/uploads/2018/05/technical_bulletin_no7_20120312.pdf

ÉTAPE 8 : Technologie de modules solaires préférée

Les installations de matériel solaire à usage résidentiel utilisent généralement des modules assemblés à l'aide de cellules au silicium polycristallines ou monocristallines.

Le choix de la technologie de module solaire est influencé par les éléments suivants :

- esthétique recherchée,
- capacité nécessaire des champs de panneaux solaires PV,
- utilisation d'éléments uniques du bâtiment,
- méthodes de montage,
- budget.

Selon les exigences relatives au site, le consultant en matériel PV formulera des recommandations pour la technologie de module solaire la mieux adaptée au projet globalement.

Plusieurs possibilités existent pour les modules solaires. Elles sont décrites dans les parties suivantes.

Possibilité 8A : Modules de piles solaires polycristallines

Les cellules au silicium polycristallines sont des plaques coupées dans des lingots multicristaux en silicium fondu. C'est de ce processus que résultent les coins à angle droit caractéristiques de ces cellules.

Une fois assemblés pour former un module classique à multicellules avec une plaque arrière blanche et des cadres en aluminium, les modules à plusieurs cellules présentent des cellules bleues et des contours blancs, comme le montre la figure 28.

Les modules à plusieurs cellules sont généralement moins onéreux que les modules à cellule unique. Leur efficacité est cependant légèrement moindre.



Figure 26 : Exemple de module de pile solaire polycristalline
- avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

Possibilité 8B : Modules de piles solaires monocristallines (de base)

Les plaques monocristallines sont coupées dans des lingots de silicium à cristal simple. Du fait de leurs coins biseautés, ils ont une silhouette octogonale. Une fois assemblés selon une configuration classique à multicellules avec des plaques arrière blanches et des cadres en aluminium, les modules à cellule unique présentent une séquence caractéristique de « diamants blancs sur fond noir », comme le montre la figure 29.

Le rendement des modules à cellule unique est légèrement supérieur à celui des modules à plusieurs cellules. Ils présentent de meilleurs résultats dans des conditions de faible luminosité.

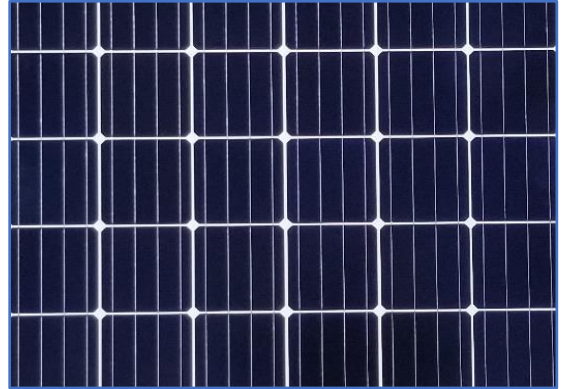


Figure 27 : Exemple de module de pile solaire monocristalline
- avec l'aimable autorisation de
Riverside Energy Systems

Possibilité 8C : Pile solaire monocristalline, modules entièrement noirs

Ces modules monocristallins utilisent des plaques arrière noires et des cadres noirs, ce qui leur donne une apparence entièrement noire.

Les modules entièrement noirs sacrifient un petit pourcentage du rendement à température élevée pour une « amélioration » de l'aspect esthétique, comme le montre la figure 30.



Figure 28 : Champ de panneaux solaires de 3,5 kWc à cellules monocristallines, modules entièrement noirs

Possibilité 8D : Pile solaire monocristalline, modules bifaces

Les modules bifaces de piles solaires monocristallines sont fabriqués avec une plaque arrière en verre transparent et une deuxième couche de cellules solaires. Le module translucide ainsi créé est capable de produire de l'électricité grâce à la lumière qui touche l'avant et l'arrière des surfaces, comme le montre la figure 31, potentiellement avec une qualité esthétique unique.

Utilisation des modules bifaces :

Les modules solaires bifaces sont souvent utilisés dans le cas d'abris extérieurs tels que des pergolas, ou pour d'autres éléments d'un bâtiment, par exemple des rampes, comme on peut le voir aux figures 15, 16 et 32.



Figure 30 : Rampe solaire avec modules bifaces
- avec l'aimable autorisation de
Riverside Energy Systems

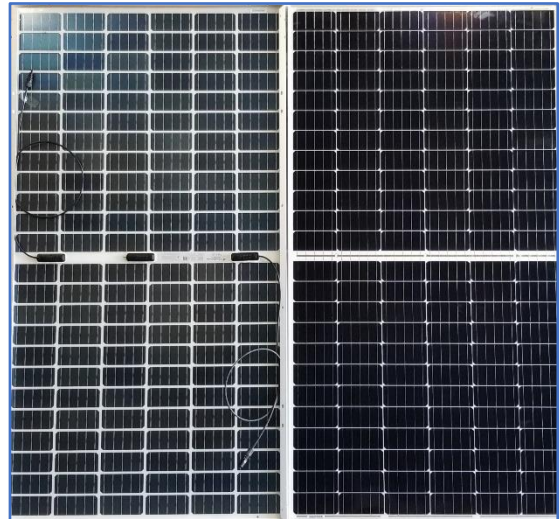


Figure 29 : Deux modules solaires bifaces- surface arrière présentée à gauche, surface avant présentée à droite

Autres technologies de cellules solaires

D'autres technologies de cellules solaires intègrent des cellules photovoltaïques dans des matériaux de couverture classiques. C'est par exemple le cas des tuiles solaires. On les appelle « **systèmes photovoltaïques intégrés au bâtiment (PVIB)** ».

- Bien que la technologie des produits de couverture de type PVIB soit pleine de promesses, le marché canadien n'y a qu'un accès limité.
- Les PVIB de couverture, ainsi que d'autres technologies PV uniques, doivent être étudiées attentivement en collaboration avec un consultant en matériel solaire PV si on envisage de les utiliser dans le cadre de projets de construction résidentielle au Canada.

Ressources naturelles Canada

ÉTAPE 9 : Technologie d'onduleur solaire préférée

Les onduleurs solaires convertissent le C.C. en provenance des panneaux solaires PV en C.A., qui peut être consommé par le bâtiment ou exporté vers le réseau.

Les onduleurs solaires jouent plusieurs rôles clés, notamment :

- la conversion du C.C. en provenance des champs de panneaux solaires PV en C.A. 120 V/240 V pour le raccordement au réseau et l'utilisation dans la maison,
- Poursuite des points de puissance maximale (MPPT) : méthode électronique d'extraction optimale, instant par instant, de l'énergie des champs de panneaux solaires PV ou des modules PV individuels selon certaines variations de l'incidence de l'intensité lumineuse au cours de la journée.
- Elle fournit des données sur le système pour la surveillance du rendement des champs de panneaux solaires, des séries de modules, des modules individuels et des onduleurs.

Selon les emplacements des champs de panneaux solaires, l'orientation des toits et les contraintes liées à l'ombre, un consultant en matériel solaire PV analysera les différentes technologies d'onduleur adaptées et formulera des recommandations en conséquence pour atteindre un rendement optimal du matériel solaire PV.

- Les systèmes résidentiels de matériel solaire PV connecté au réseau utilisent généralement des séries d'onduleurs, des séries d'onduleurs optimisées ou des micro-onduleurs.
- Dans les installations qui utilisent un système de stockage sur batterie, les onduleurs bimodaux permettent la production d'énergie de secours pour la maison en cas de coupure de courant.

Ces différents types d'onduleurs solaires sont décrits dans les parties suivantes.

Possibilité 9A : Séries d'onduleurs

Les séries d'onduleurs ont entre 1 et 3 (le plus courant) canaux MPPT distincts, auxquels au moins une série de modules PV (généralement entre 8 et 12 modules du même type) est connectée, comme le

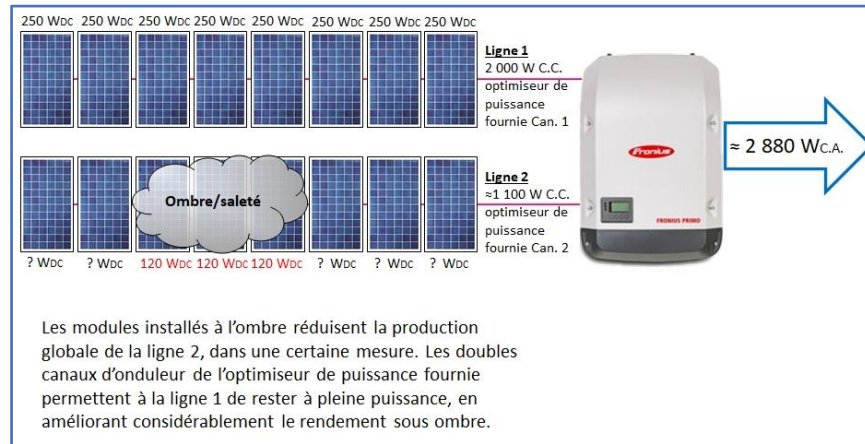


Figure 31 : Onduleur en série à double canaux MPPT- Fonctionnement à l'ombre - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems, image de l'onduleur avec l'aimable autorisation de Fronius Canada

montre la figure 33.

La longueur doit être la même pour toutes les séries de modules sur chaque entrée MPPT, tant que les limites de tension d'entrée de l'onduleur sont respectées. L'onduleur optimise séparément l'énergie C.C. disponible en provenance du champ de panneaux solaires sur chaque canal MPPT, en temps réel.

Quand les modules, sur n'importe quel canal MPPT, se trouvent à l'ombre, l'énergie disponible est limitée à ce canal. (exemple : série n° 2 sur la figure 32). Les autres canaux MPPT continuent de fonctionner aux niveaux disponibles les plus élevés. Notez que les modules situés à l'ombre limitent dans une certaine mesure la production de l'ensemble de la série dont ils font partie, et ce bien que les autres modules ne soient pas du tout situés à l'ombre.

Les séries d'onduleurs fonctionnent de manière optimale dans les conditions suivantes :

- les conditions d'ombres sont généralement les mêmes pour tous les modules d'un canal MPPT donné,
- l'orientation est la même pour tous les modules d'un canal MPPT donné (azimut et inclinaison),
- aucune surveillance du rendement n'est nécessaire au niveau des modules individuels,
- aucun arrêt rapide au niveau des modules n'est nécessaire.

Possibilité 9B : Séries d'onduleurs optimisés

Les séries d'onduleurs optimisés fonctionnent généralement uniquement avec une conversion de C.C. à C.A. Le système électronique des modules individuels est utilisé pour décentraliser le fonctionnement MPPT vers les modules individuels ou les paires de modules. Il existe des variations entre les fabricants.

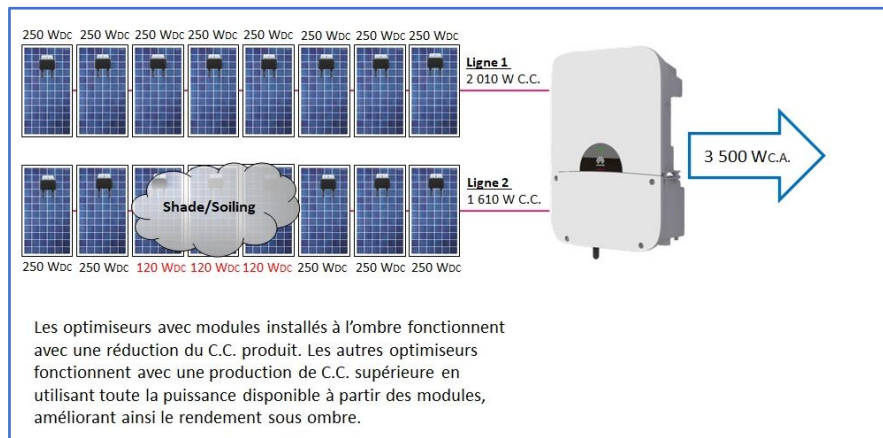


Figure 32 : Série d'onduleurs optimisés - Fonctionnement à l'ombre - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Sytems, image du produit avec l'aimable autorisation de Huawei

L'architecture présentée à la figure 34 est populaire.

Duo d'optimiseurs avec un module solaire (ou paire de modules) et installés en dessous. La MPPT est effectuée par chaque optimiseur de manière à extraire le maximum de C.C. de son module (ou de sa paire de modules).

En cas d'exposition partielle à l'ombre, les modules hors de la zone d'ombre continuent à fonctionner au maximum de leur puissance, même quand d'autres modules de la même série sont à l'ombre. Les optimiseurs et les onduleurs communiquent pour maintenir la tension C.C. de la série à un niveau constant pour la conversion de C.C. à C.A., et pour fournir des données sur le rendement de chaque module. Les optimiseurs permettent aussi l'arrêt rapide des modules individuels.

L'utilisation des séries d'onduleurs optimisés est particulièrement indiquée dans les cas suivants :

- s'il est important que la conception permette une bonne tolérance à l'ombre,
- si les champs de panneaux solaires PV seront orientés à des angles divers (p. ex. : sur des parties du toit dont les orientations varient),
- si on fait appel à plusieurs types de technologies pour les modules,
- si la possibilité de procéder à un arrêt rapide des modules est nécessaire,
- si l'utilisation de plusieurs longueurs des séries de modules est avantageuse,
- si la surveillance des modules individuels est souhaitable,

Possibilité 9C : Micro-onduleur

Les micro-onduleurs utilisent le système électronique de chaque module pour décentraliser le processus de conversion de C.C. à C.A. et la MPPT. Les micro-onduleurs sont appariés aux modules PV individuels ou à des paires de modules PV, et ils sont installés en dessous, comme le montre la figure 35. Les sources d'énergie C.A. des micro-onduleurs sont interconnectées dans les circuits interurbains C.A. pour

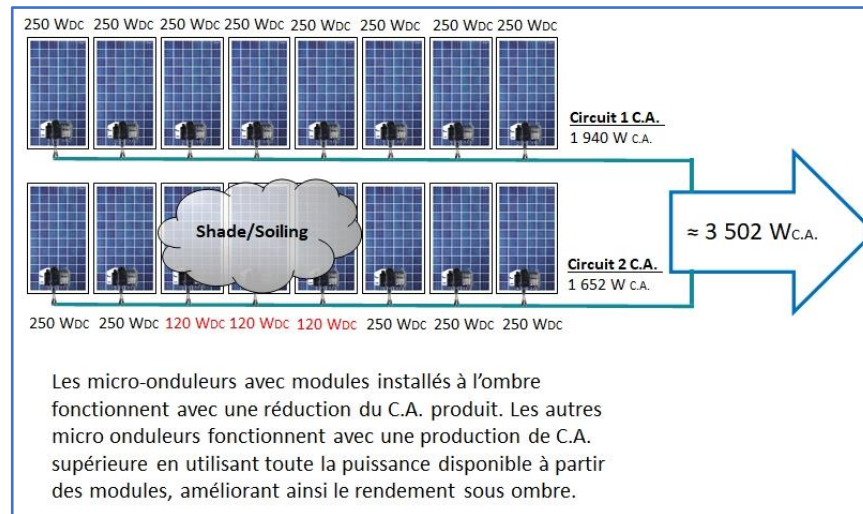


Figure 33 : Micro-onduleur – Fonctionnement à l'ombre - avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems, images des micro-onduleurs avec l'aimable autorisation d'Enphase

acheminer l'énergie solaire PV en provenance des champs de panneaux solaires directement en tant que C.A.

Les modules ou les micro-onduleurs qui ne sont pas situés à l'ombre fonctionnent au maximum de leur puissance, même quand d'autres éléments du même circuit C.A. sont à l'ombre. Les micro-onduleurs individuels transmettent les données relatives au rendement aux fins de surveillance. Les micro-onduleurs permettent aussi l'arrêt rapide des modules individuels.

Les micro-onduleurs fonctionnent de manière optimale dans les conditions suivantes :

- s'il est important que la conception permette une bonne tolérance à l'ombre,
- si on prévoit placer les modules ou les sections des champs de panneaux solaires à diverses orientations (azimut et inclinaison).
- si on fait appel à plusieurs types de technologies pour les modules,
- si la surveillance des modules individuels est souhaitable,
- s'il est nécessaire de pouvoir procéder à un arrêt rapide des modules,
- s'il n'est pas souhaitable d'acheminer du C.C. vers le bâtiment.

Possibilité 9D : Onduleur bimodal

Un onduleur bimodal peut fonctionner soit en raccordement au réseau, soit indépendamment (hors-réseau) en l'absence d'alimentation en provenance du réseau, en utilisant l'énergie solaire PV et le stockage sur batterie pour fournir de l'énergie de secours pendant les coupures de courant.

Étape 9 : Technologie d'onduleur solaire préférée

Comme dans le cas d'autres onduleurs connectés au réseau, le surplus d'énergie solaire circule vers le réseau pendant le fonctionnement normal. Si le réseau cesse de fonctionner, un onduleur bimodal déconnecte automatiquement le système du réseau de services publics, et déclenche le mode de fonctionnement indépendant (hors-réseau) pour assurer les charges C.A. essentielles. Ce processus est généralement effectué depuis un panneau secondaire prévu à cet effet (pour un exemple, consultez la figure 12 de l'ÉTAPE 2).

ÉTAPE 10 : Approche de surveillance de la production énergétique

Un système de surveillance de l'énergie est un outil précieux pour fournir de la rétroaction aux propriétaires et pour les aider à comprendre comment leur comportement et le fonctionnement de la maison influencent la consommation énergétique de la maison.

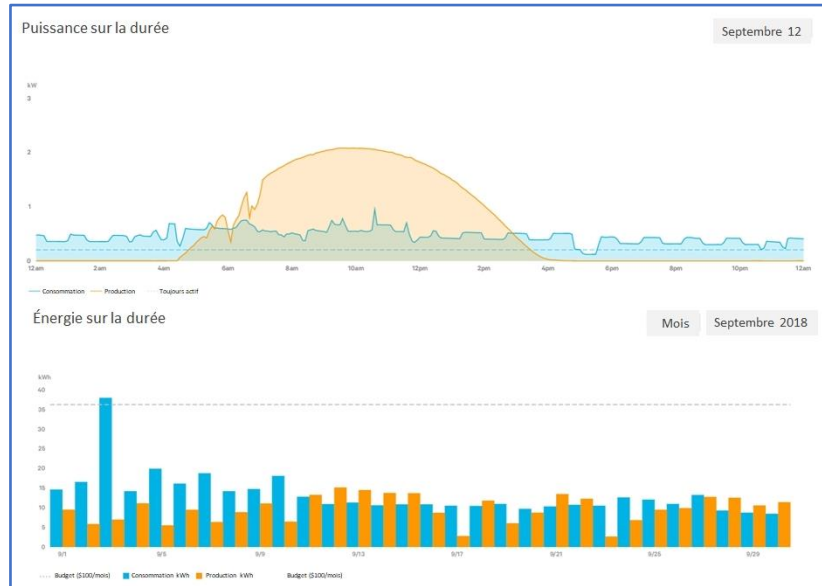


Figure 34 : Exemple d'affichage de base des renseignements sur l'énergie de la maison
- avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systemsz

Dans les maisons équipées d'installations solaires PV, un système de surveillance de l'énergie fournit aussi des renseignements utiles sur le rendement du système de matériel PV.

- Certaines exigences de surveillance sont obligatoires dans le cas des maisons construites conformément aux critères du programme d'étiquetage pour les maisons à consommation nette zéro.
- La surveillance de l'énergie est facultative pour les autres maisons.

Les parties suivantes présentent diverses approches de la surveillance de l'énergie.

Possibilité 10A : Pas de système de surveillance installé

Dans ce cas de figure, aucun équipement de surveillance n'est installé dans la maison.

- Aucun renseignement n'est fourni en temps réel au propriétaire.
- Des renseignements de base sur la consommation de l'énergie achetée pour toute la maison peuvent être accessibles sur les portails des services publics, a posteriori.

Possibilité 10B : Surveillance de base pour les maisons à consommation énergétique nette zéro

Ce modèle de surveillance assure une conformité de base au programme d'étiquetage pour les maisons à consommation nette zéro. Les systèmes de surveillance de base comprennent généralement :

- L'affichage en temps réel dans la maison de la production d'électricité et de la consommation énergétique pour toute la maison.

Étape 10 : Approche de surveillance de la production énergétique

- L'information globale sur la production et la consommation est offerte à l'échelle quotidienne, hebdomadaire et mensuelle.

Vous trouverez un exemple d'écran de surveillance de base de l'énergie à la figure 36.

- Le haut de l'écran présente la production d'énergie solaire (ligne jaune) et la consommation d'électricité (ligne bleue) quotidiennes.
- Le bas de l'écran présente les valeurs quotidiennes de la production d'énergie solaire (barres jaunes) et de la consommation énergétique du foyer (barres bleues) sur une période d'un mois.

Possibilité 10C : Surveillance avancée de l'énergie pour la maison

Ce modèle de surveillance offre une fonctionnalité de surveillance avancée de l'énergie qui va au-delà des exigences de base du programme d'étiquetage pour les maisons à consommation nette zéro. Les systèmes de surveillance avancée peuvent comprendre :

- des possibilités de surveillance qui offrent normalement une fonctionnalité d'affichage des renseignements sur divers appareils connectés à Internet.
- Affichage en temps réel de la production d'électricité, de la consommation d'électricité de toute la maison et autres paramètres liés au système.
- L'information globale sur la production et la consommation est offerte à l'échelle quotidienne, hebdomadaire, mensuelle et annuelle.
- Peut comprendre la surveillance de la consommation d'autres services publics, comme le gaz et l'eau.

Vous trouverez un exemple de système de surveillance avancée de l'énergie à la figure 37.

- Le côté gauche de l'écran supérieur présente les valeurs quotidiennes de production, de consommation, d'exportation et d'importation, et le côté droit celles de la production d'énergie solaire par chaque module et par l'ensemble du champ de panneaux solaires, en temps réel.
- Le côté gauche de l'écran inférieur présente les valeurs mensuelles de production, de consommation, d'exportation et d'importation d'énergie, et le côté droit les valeurs mensuelles de production d'énergie solaire par chaque module ou l'ensemble du champ de panneaux solaires.

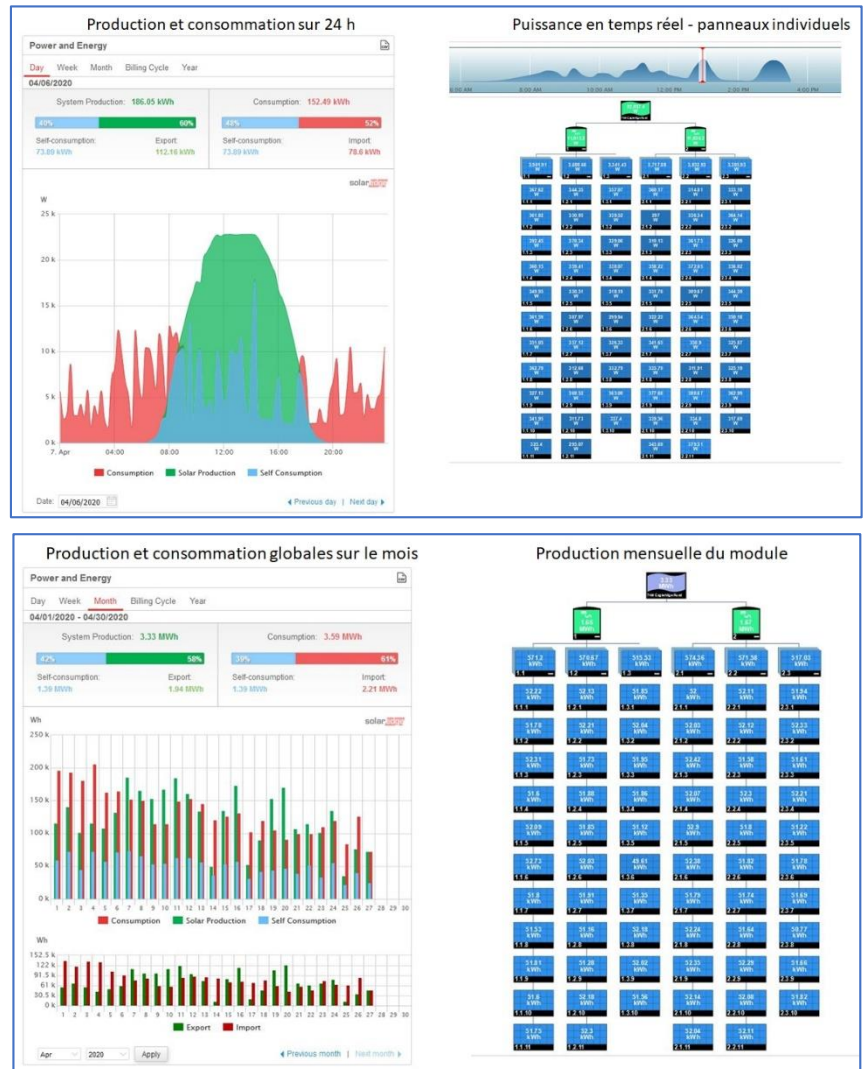


Figure 35 : Exemple d'affichage énergétique avancé présentant la production d'énergie solaire et la consommation énergétique par jour ou par mois – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy System

ANNEXE A : Questions courantes sur le matériel solaire PV et clarifications à l'intention des constructeurs

Le matériel solaire PV est un ajout relativement récent au marché de la construction du Canada. Aussi convient-il de répondre à certaines questions importantes et de clarifier certains éléments pour les constructeurs de résidences et leurs clients. Cette partie met de l'avant certaines des questions les plus courantes.

1. Notre équipe de conception intégrée a élaboré une stratégie pour un projet d'installation de matériel solaire PV. Dans le cadre de la transition vers la phase de construction, comment pouvons-nous intégrer cette stratégie aux travaux de la manière la plus naturelle possible?

L'intégration du matériel solaire PV exige de maintenir une communication délibérée et continue entre l'équipe de conception, le constructeur, les équipes spécialisées et les autres fournisseurs de services, du début de la phase de conception à la date initiale d'occupation du bâtiment. L'équipe de construction aurait dû être représentée pendant la phase de conception intégrée, et tous les éléments du matériel solaire PV, ainsi que les exigences spécifiques au bâtiment doivent être représentés dans la version finale des plans.

Afin de faciliter une communication claire et continue autour du matériel solaire PV tout au long du projet, on recommande fortement de prendre les mesures suivantes :

- a) inclure l'emplacement du matériel solaire PV, ses dimensions, ses caractéristiques techniques ainsi que des remarques connexes dans tous les plans du bâtiment et dans l'ensemble des communications écrites, notamment les versions « préliminaires », « pour les permis de construction ou d'aménagement » et « pour la construction ». Les éléments suivants doivent y être clairement identifiés :
 - *les exigences et les effets structurels spécifiques au matériel solaire PV,*
 - *les lignes directrices sur l'aménagement relatives au matériel solaire PV de l'autorité compétente,*
 - *les méthodes autorisées de fixation aux rampes pour matériel solaire,*
 - *les exigences liées à l'alimentation électrique grâce à du matériel solaire PV et les éléments à prendre en compte pour l'acheminement des câbles,*
 - *les effets de la couverture avec du matériel solaire PV et les méthodes de scellage nécessaires,*
 - *les emplacements désignés pour accueillir des champs de panneaux solaires PV, avec des notes interdisant la construction de conduits d'aération à air frais, de colonnes de plomberie, de cheminées, de tuyaux d'évacuation du radon, de puits de lumière ou d'autres éléments entravant l'exposition au soleil dans ces zones.*
 - *les noms des responsables de la communication relative au matériel solaire PV, aux permis et autorisations, avec les entreprises de services publics, les autorités en matière de sécurité et d'autres autorités compétentes concernées par le projet.*

Ressources naturelles Canada

- b) Pendant les phases d'appel d'offres et d'établissement de devis, il est recommandé de fournir aux soumissionnaires l'ensemble des plans, et de leur indiquer de consciencieusement prendre en compte la façon dont les exigences relatives au matériel solaire PV affecteront la collaboration entre eux, ainsi que les produits, les services et la planification qu'ils seront amenés à fournir.
- c) Une fois les fournisseurs de services concernés par la stratégie relative au projet d'installation de matériel solaire PV retenus parmi les soumissionnaires, on recommande d'organiser à leur intention une réunion de lancement du projet, obligatoire et préalable à la construction. On suggère d'y convier au moins, le gestionnaire de chantier, le consultant en matériel solaire PV, l'installateur, l'électricien, le couvreur, les responsables de la plomberie et du système de CVC, ainsi que le fournisseur des fermes. Au cours de la séance, on doit systématiquement passer en revue la stratégie d'intégration du matériel solaire PV, les implications et les attentes pour chaque intervenant, confirmer les procédures et les dates du calendrier, et obtenir un engagement de collaboration tout au long du projet pour obtenir les meilleurs résultats possibles dans cette entreprise.
- d) Les réunions d'examen de la construction organisées pendant la phase de construction doivent inclure les mesures de vérification, les discussions et les jalons relatifs à l'intégration du matériel solaire PV.

2. Peut-on obtenir des clarifications concernant la signification des termes suivants, et les différences entre eux : cote de puissance du système de matériel PV, puissance de sortie et production d'énergie?

Les cotes de puissance du module solaire C.C. sont basées sur les mesures de puissance de sortie instantanée (W_c) dans des conditions normales d'essai (STC) avec une irradiation solaire directe de 1000 W/m^2 et une température de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, en l'absence de vent refroidissant le système. Les conditions STC correspondent à une norme internationale établie pour les essais et la classification en usine.

Les propriétaires de systèmes de matériel PV demandent souvent pourquoi leurs systèmes ne produisent que rarement, voire jamais, une puissance de sortie. La puissance de sortie du système de matériel PV connaît des variations importantes au cours de la journée : variations de l'irradiation, de la température du champ de panneaux solaires, de la vitesse du vent... Chacun de ces paramètres est sujet à des changements saisonniers. La puissance de sortie C.C. nominale est à prévoir seulement quand les conditions du site du matériel PV sont très proches de celles des essais en usine (STC). En cas de température inférieure $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ou d'irradiation supérieure à 1000 W/m^2 , il n'est pas rare que les puissances de sortie des modules solaires dépassent les cotes STC. Toutefois, ces situations sont généralement brèves.

Les figures 38 et 39 présentent la puissance de sortie C.A. sur une période de 24 heures d'un système de 6 kWc à Kamloops, en Colombie-Britannique, les 23 et 26 août 2019. Le 26 août, le ciel était dégagé et la journée ensoleillée de l'aube au crépuscule. Le 23 août, le ciel était nuageux, à des degrés divers, de 6 h 45 à 17 h 30. Dans les deux cas, la production d'énergie solaire a commencé peu après le lever du soleil et s'est poursuivie jusqu'à ce que la nuit commence à tomber. On remarque toutefois que les puissances de sortie C.A. (kW) au cours de la journée étaient radicalement différentes.

Le 26 août, la puissance de sortie avait atteint 4400 W à 10 h, avec une puissance de crête de 5350 W à 13 h (midi solaire à l'heure avancée), avant de tomber à 4650 W à 15 h. Cette courbe de la puissance C.A., à la forme « en cloche » presque idéale, est typique des journées dégagées durant lesquelles l'irradiation solaire entre en contact avec les panneaux solaires varie seulement en fonction de la position du soleil dans le ciel. La situation était très différente le 23 août : sous une couverture nuageuse variable, la puissance de sortie a atteint seulement 650 W à 10 h, avec une puissance de crête de 3700 W à 13 h, avant de retomber à 1500 W à 15 h. Le 23 août, la diffusion de la lumière solaire à travers la couverture nuageuse a réduit l'irradiation des panneaux au cours de la journée, quelle qu'ait été la position du soleil dans le ciel.

Les figures 38 et 39 montrent que la puissance de sortie du matériel solaire PV varie au cours de la journée, et que les réductions dues aux conditions météorologiques et la couverture nuageuse peuvent être importantes. Même par temps clair et ensoleillé, il est peu probable que la puissance de sortie de crête du système de matériel solaire PV atteigne les valeurs nominales maximales du fait :

- des limitations de l'irradiation directe du champ de panneaux solaires dues à l'inclinaison du toit, même au midi solaire,
- des températures du module supérieures aux conditions STC (25 °C),
- de l'ombre projetée sur le champ de panneaux solaires par des obstacles autres que les nuages,
- une discordance des modules, du câblage, ou d'autres types de pertes.

Globalement, les clients des services publics résidentiels d'électricité paient pour leur consommation d'énergie en fonction du temps (kWh), et pas pour la demande de crête (kW) à un moment donné. À des fins autres que l'établissement de diagnostics de rendement, la production d'énergie du système de matériel solaire PV au fil du temps (kWh par jour, semaine, mois ou année) est un paramètre bien plus intéressant que la puissance de sortie (kW) à un instant T. En ce qui concerne les figures 38 et 39, la zone située sous chaque point de puissance représente la production d'énergie (kWh) : respectivement 45,8 kWh et 17,6 kWh pour le 26 août et le 23 août 2019.

Annexe A : Renseignements supplémentaires sur les panneaux solaires PV à l'intention des constructeurs

Les consultants en matériel solaire PV peuvent établir un modèle de la production cumulée d'énergie solaire (kWh) des années météorologiques classiques (365 jours) au cours du processus de conception intégrée pour rassurer les intervenants quant à la possibilité d'atteindre les objectifs de

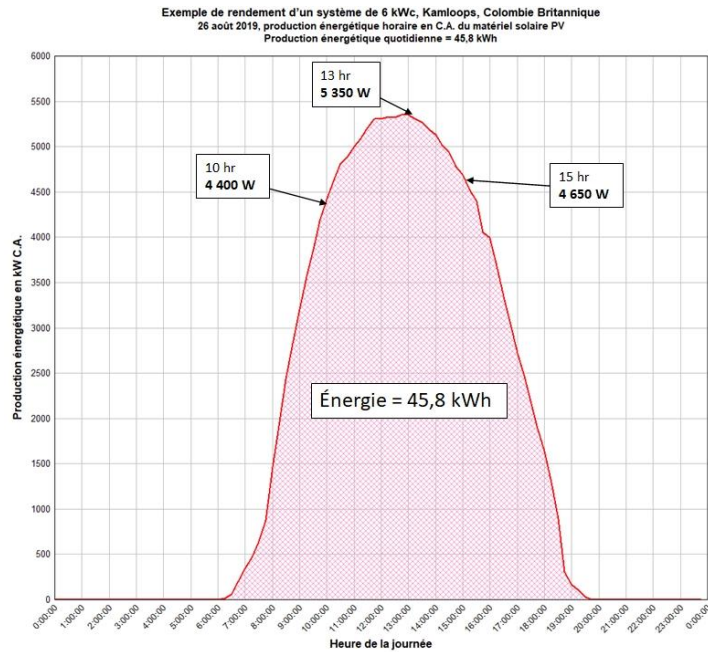


Figure 36 : Système de panneaux PV produisant 6 kWc de C.A., 26 août 2019 – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

rendement du système de matériel solaire PV établis par le constructeur et le propriétaire.

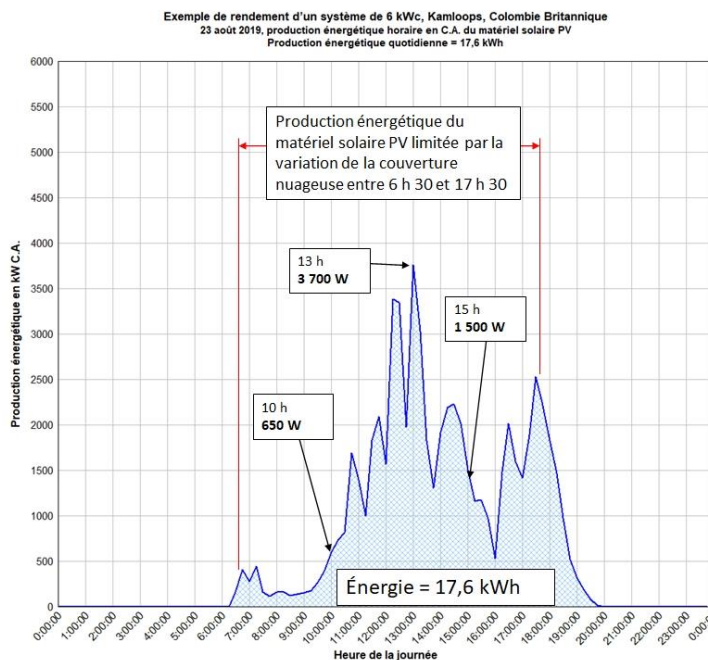


Figure 37 : Système de panneaux PV produisant 6 kWc d'énergie, 23 août 2019 – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

3. Comment être certain que les contraintes liées à l'ombre et à la qualité d'accès du site à l'ensoleillement ont été prises en compte dans le cadre d'un projet?

La fiabilité des prévisions du rendement du système de matériel solaire PV nécessite la prise en compte des contraintes liées à l'ombre et à la qualité d'accès du site à l'ensoleillement, en utilisant des méthodes et du matériel d'évaluation du site reconnus. Les consultants en matériel PV de bonne réputation effectuent régulièrement des mesures de l'accès au soleil et de l'ombrage dans le cadre de l'évaluation normale des sites et de la conception des systèmes de matériel solaire PV. Des mesures de confirmation de la bonne adéquation du site, de son accès formel à l'ensoleillement et de l'exactitude des mesures de l'ombre sont obligatoires dans de nombreux territoires de compétence offrant des mesures incitatives pour l'installation de matériel solaire. On recommande aux constructeurs et aux propriétaires d'exiger la même diligence de leurs consultants en matériel solaire PV durant la phase de conception intégrée de leurs projets.

On a régulièrement recours à des logiciels et du matériel photographique spécialisés dans les applications solaires pour établir les notes d'accès à l'ensoleillement et la mesure des contraintes liées à l'ombre. La figure 40 présente des résultats d'analyse faisant appel à un outil photographique standard du secteur correspondant à deux sites potentiels d'installation de matériel solaire PV (A et B) sur la même propriété.

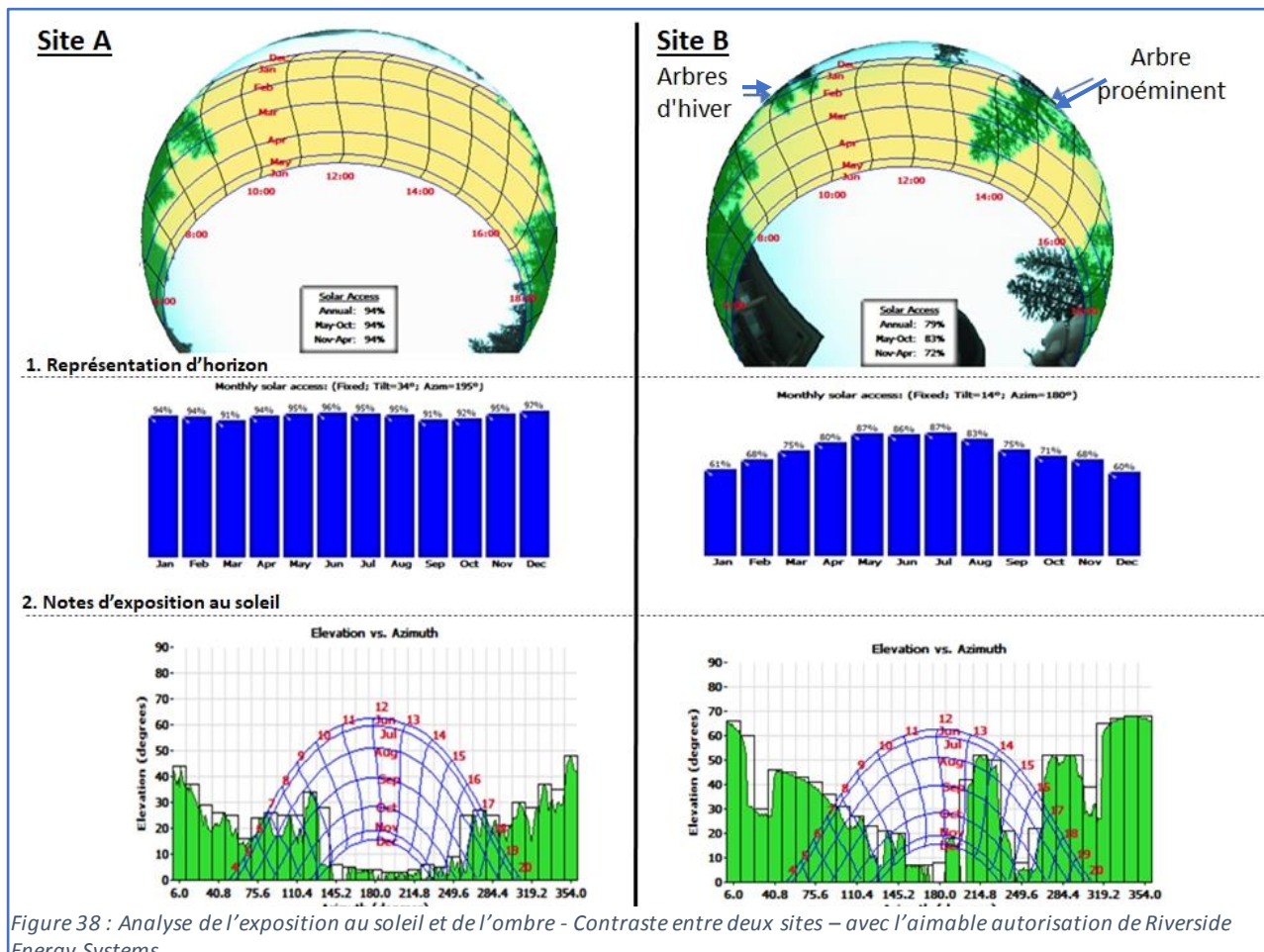


Figure 38 : Analyse de l'exposition au soleil et de l'ombre - Contraste entre deux sites – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems

Sur la figure, les différentes lignes présentent des comparaisons de la représentation d'horizon, des notes d'accès à l'ensoleillement et de l'élévation des obstacles pour chaque site, conformément à la description ci-dessous.

- **Représentation d'horizon** – Cette représentation en œil-de-poisson à 360 degrés présente les latitudes des trajets annuels du soleil en superposition avec les contraintes liées à l'accès à l'ensoleillement et les obstacles projetant de l'ombre. Les notes annuelles et saisonnières d'accès à l'ensoleillement sont aussi présentées.
- **Notes d'accès à l'ensoleillement** – Pourcentage mensuel des heures d'ensoleillement qui ne seront pas atténuées par des obstacles projetant de l'ombre.
- **Élévation des obstacles** – Cette représentation de l'élévation des obstacles indique les azimuts et les angles d'élévation auxquels on peut prévoir que les obstacles projetant des ombres compromettront l'accès à l'ensoleillement pour chaque mois de l'année.

La comparaison des représentations d'horizon révèle que le site A semble comporter beaucoup moins d'obstacles sur le trajet du soleil. En particulier, l'intérêt du site B est plus compromis par l'ombre projetée par les arbres, ainsi que par un bâtiment situé à l'Est. Cette conclusion est confirmée par les notes mensuelles d'accès à l'ensoleillement du site A, dont la correspondance est supérieure à 90 %, alors que la note la plus basse du site B est de 60 % (décembre), et sa note la plus élevée 87 % (mai et août). Les points d'élévation des obstacles montrent clairement des obstacles à l'ensoleillement l'après-midi pour trois saisons, ainsi que le matin en hiver pour le site B. Le trajet du soleil est beaucoup moins encombré tout au long de l'année pour le site A.

Les mesures photographiques de l'ensoleillement confirment mathématiquement les prévisions de l'efficacité du champ de panneaux solaires PV du site. Elles facilitent par ailleurs la comparaison des différentes possibilités de placement du champ de panneaux solaires. Des outils logiciels photographiques peuvent servir à prédire les avantages de stratégies telles que l'écimage des arbres pour améliorer l'accès à l'ensoleillement. Les notes d'accès à l'ensoleillement et les données sur l'élévation des obstacles établies grâce à la photographie solaire sont utilisées par les consultants en matériel solaire PV pour préciser les modèles de rendement du matériel solaire PV, prédire avec une plus grande certitude le rendement de la production d'énergie solaire pour un site donné, affiner la conception des systèmes et formuler des conseils dans le cadre de la prise de décisions des équipes de conception intégrée.

4. Dans quelle mesure la production d'énergie solaire PV dans le cadre de mon projet sera-t-elle affectée par l'orientation du champ de panneaux solaires?

Le rendement du matériel solaire PV est influencé par l'orientation du toit (azimut et inclinaison), la latitude du site et les modèles climatiques annuels. On rencontre souvent des questions relatives à l'incidence de l'exposition au Sud ou de différentes inclinaisons des toits sur la production énergétique des champs de panneaux solaires PV. Un consultant en matériel solaire PV peut prendre en compte méticuleusement ces éléments dans le cadre des projections de la production d'énergie solaire et des conseils pour la phase de conception. Ils sont importants dans la mesure où ils permettent aux constructeurs d'avoir une notion pratique des effets de ces paramètres dès le début de la phase de conception intégrée, avant que la version finale des plans des toits ne soit établie.

Les orientations des champs de panneaux solaires PV sont exprimées selon la direction de compas (angle d'azimut par rapport au Nord géographique) et l'inclinaison (angle d'inclinaison par rapport à l'horizon), comme le montre la figure 41. Dans l'exemple, le module solaire est orienté à un azimut de 240° et est incliné à 45°.

En règle générale, au Canada, la production d'énergie solaire PV sur les toits est maximisée avec des azimuts aussi proches du Sud géographique que possible et des angles d'inclinaison du toit situés entre la valeur de la latitude et la valeur de la latitude-15°. Les constructeurs et les

architectes se demandent souvent si des modifications de l'orientation ou de l'inclinaison des toits en vue de maximiser la production d'énergie solaire PV sont justifiées. Si l'azimut du toit est à moins de 30° du Sud géographique, il est généralement plus simple d'augmenter la capacité du champ de panneaux solaires plutôt que de modifier les plans du bâtiment de manière à compenser une orientation du toit peu favorable, sous réserve que la surface du toit le permette.

La figure 42 présente les prévisions du pourcentage de production énergétique du matériel solaire PV, par rapport à l'azimut et l'inclinaison de Red Deer en Alberta (latitude : 52,3° N). Une production de 100 % représente les résultats obtenus avec une orientation idéale avec un azimut correspondant au Sud géographique et une inclinaison de 45° environ (12:12) à cette latitude. Avec une inclinaison de 12:12 et un azimut jusqu'à 45° du Sud géographique, la production annuelle d'énergie est réduite de 9 % environ par rapport à une orientation plein Sud. Des inclinaisons moindres de 6:12 (25°) et 3:12 (15°), et jusqu'à 45° à des azimuts hors Sud limitent encore moins la production énergétique annuelle : 6 % et 4 %, respectivement. Les changements d'inclinaison ont des conséquences relativement plus importantes à mesure que l'azimut du toit approche du Sud géographique.

Un consultant en matériel solaire PV devra analyser les effets de cette orientation par le prisme du modèle énergétique solaire du projet pour fournir des conseils à l'équipe de conception intégrée concernant les questions relatives à l'orientation du toit.

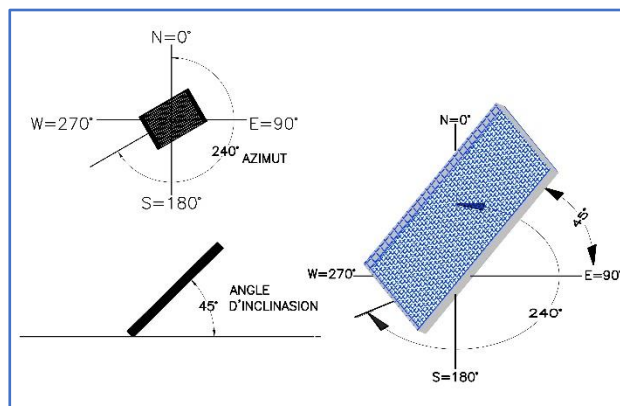


Figure 39 : Orientations des champs de panneaux solaires PV - azimut et angle d'inclinaison – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems.

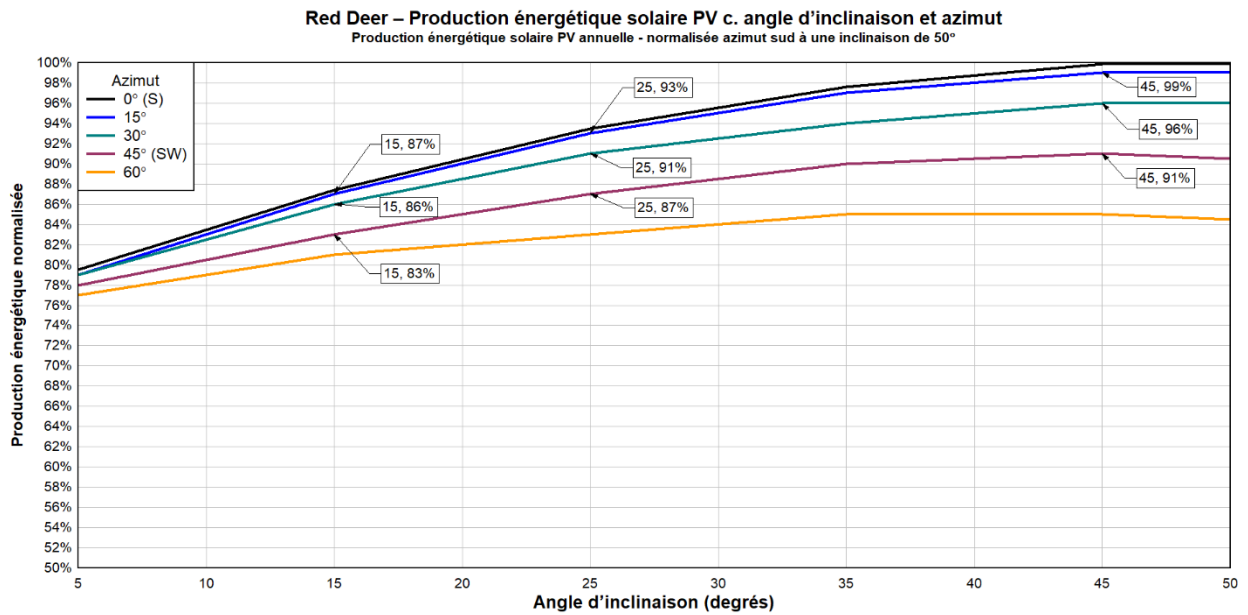


Figure 40 : Red Deer Alb. Effets de l'azimut et de l'angle d'inclinaison sur la production énergétique annuelle des panneaux solaires PV – avec l'aimable autorisation de Riverside Energy Systems.

5. Quelle est la différence entre « consommation énergétique nette zéro » et « consommation électrique nette zéro »?

Le terme « consommation nette zéro » a plusieurs sens courants pour les constructeurs de bâtiments résidentiels, les rédacteurs des Codes du bâtiment et les fournisseurs d'électricité. Il est utile d'en être conscient quand on parle de « maisons à consommation nette zéro » ou de « maisons prêtes à la consommation nette zéro » : l'interprétation des termes peut varier selon les interlocuteurs.

Par « consommation nette zéro », les constructeurs de bâtiments résidentiels et les rédacteurs des Codes du bâtiment entendent généralement une consommation de toutes les formes d'énergie utilisées (électricité, gaz naturel, propane...) entièrement compensée par la production énergétique solaire PV du site sur toute la durée d'un cycle de 365 jours. Le terme « consommation énergétique nette zéro » décrit cette situation plus clairement. Certains fournisseurs d'électricité n'autorisent pas la production énergétique solaire PV au-delà de la consommation électrique annuelle de la maison. Le terme « consommation électrique nette zéro » décrit cette situation plus clairement. Dans les territoires de compétences dont les entreprises de services publics limitent la capacité de production énergétique des systèmes de matériel solaire PV à la « consommation électrique nette zéro », la « consommation énergétique nette zéro » et la certification de « maison à consommation nette zéro » ne peuvent être atteintes qu'en ayant recours à des systèmes mécaniques entièrement électriques.

L'équipe de conception intégrée doit étudier attentivement les contraintes établies par le fournisseur d'électricité, et leurs conséquences pour le choix du combustible des systèmes mécaniques, ainsi que pour les objectifs de rendement énergétique du projet.

6. Quelles autres considérations sont à prendre en compte pour la construction de toute une communauté connectée à un réseau de matériel solaire PV?

Les projets de construction résidentielle qui comportent une forte concentration de maisons équipées de matériel solaire PV, ou les ressources solaires PV propriété de la communauté, doivent faire l'objet d'une grande attention de la part du fournisseur d'électricité. Les projets de ce type présentent une probabilité plus élevée de soulever des sujets d'inquiétude pour les fournisseurs d'électricité concernant les limites de capacité de l'infrastructure, le contrôle du circuit de distribution, ainsi que la fiabilité des mesures de protection, les normes de comptage du revenu, les pratiques d'établissement des factures électriques... Il est en outre plus probable qu'ils nécessitent la mise en place d'éléments de conception électrique uniques au sein de la communauté.

Des consultations dès les premières phases du processus et un examen par le fournisseur d'électricité et un consultant en matériel solaire PV sont fortement recommandés pour définir les difficultés techniques, confirmer la faisabilité, et garantir l'obtention à l'avance d'une autorisation concernant les stratégies solaires PV prévues pour la communauté, avant d'entrer dans le détail de la planification et de la conception.

ANNEXE B : Feuille de travail pour l'intégration d'un système de matériel solaire PV

PARTIE I : Éléments à prendre en compte avant la conception

Équipe de conception intégrée :

Constructeur : _____ Conseiller en efficacité énergétique : _____

Concepteur du système de matériel solaire PV : _____ Autres spécialisations : _____

ÉTAPE 1 : Objectif préféré du constructeur pour le matériel solaire PV (*entourer une proposition*)

- Possibilité 1A : Maison prête à accueillir du matériel PV
- Possibilité 1B : Maison équipée de matériel PV
- Possibilité 1C : Maison prête à la consommation énergétique nette zéro
- Possibilité 1D : Maison à consommation énergétique nette zéro

ÉTAPE 2 : Possibilités de raccordement au réseau sur le site et contraintes connexes (*entourer une proposition et fournir des détails*)

- Possibilité 2A : Tarifs de rachat garantis (TRG)
- Possibilité 2B : Comptage net/facturation nette
- Possibilité 2C : Consommation électrique nette zéro
- Possibilité 2D : Consommation d'énergie produite uniquement
- Possibilité 2E : Pas de connexion au réseau disponible

Capacité maximale du champ de panneaux solaires PV autorisée pour la connexion au réseau :

_____ kW (puissance de crête)

Capacité maximale de production énergétique autorisée pour la connexion au réseau : _____

kWh/an

ÉTAPE 3 : Confirmation des exigences de conception pour l'intégration de panneaux solaires PV

Confirmer les exigences de conception générales auprès de l'équipe de conception intégrée en appliquant les décisions prises aux ÉTAPES 1 et 2, ainsi que la « **matrice de planification** », pour garantir l'autorisation d'application des plans détaillés pour le constructeur.

- A. Enveloppe du bâtiment** : Construction normale / mises à niveau de l'enveloppe (*entourer une proposition*)
- B. Système mécanique CVC** : Matériel standard / rendement amélioré / tout électrique (*entourer toutes les propositions qui s'appliquent*)
- C. Intégration du matériel solaire PV** : Installation prête à accueillir du matériel solaire PV / Installation fonctionnant entièrement avec du matériel solaire PV (*entourer une proposition*)
- D. Intégration de la batterie** : Pas de batterie nécessaire / Prêt à accueillir une batterie / Batterie entièrement installée (*entourer une proposition*)
- E. Type d'onduleur PV** : Pas d'onduleur nécessaire / Onduleur relié au réseau / Onduleur bimodal (*entourer une proposition*)

PARTIE II : Exigences de conception pour l'intégration de panneaux solaires PV

ÉTAPE 4 : Définition d'un objectif de production énergétique annuelle du matériel solaire PV

(entourer une proposition et fournir des détails)

- Possibilité 4A : Aucun objectif de production énergétique défini (surface max. disponible pour le champ de panneaux solaires : _____ pi² ou m²)
- Possibilité 4B : Objectif de compensation énergétique partielle (objectif de production énergétique nominale du matériel solaire PV : _____ kWh/an)
- Possibilité 4C : Consommation énergétique nette zéro (objectif nominal du matériel solaire PV : _____ kWh/an)

Étude photographique solaire pour mesurer les notes d'accès à l'ensoleillement et les contraintes liées à l'ombre du site : Oui / Non

Note définie d'accès annuel à l'ensoleillement : _____%. Été : _____%. Hiver : _____%.

ÉTAPE 5 : Définition de l'emplacement et de la taille du matériel solaire PV

(entourer toutes les propositions qui s'appliquent et fournir des détails)

- Possibilité 5A : Monté sur le toit de la maison (surface disponible pour le champ de panneaux solaires : _____ pi² ou m²)
- Possibilité 5B : Structure adjacente, préciser : _____ (surface disponible pour le champ de panneaux solaires : _____ pi² ou m²)
- Possibilité 5C : Monté au sol (surface disponible pour le champ de panneaux solaires : _____ pi² ou m²)
- Évaluation de l'accès à l'ensoleillement et des contraintes liées à l'ombre de l'emplacement préféré pour le champ de panneaux solaires :
 - Estimation de la production énergétique du matériel solaire PV : _____ kWh/an
 - Ombre (entourer toutes les propositions qui s'appliquent) : Exposition à des ombres externes : Oui / Non ; Ombre projetée par l'installation : Oui / Non

ÉTAPE 6 : Définition des exigences électriques pour le matériel solaire PV

(entourer une proposition et fournir des détails)

- Possibilité 6A : Disjoncteur ou pour tarifs de rachat garantis (cote du disjoncteur : _____ A)
- Possibilité 6B : Disjoncteur du panneau principal (cote du disjoncteur : _____ A);
préciser la cote de la barre omnibus du panneau principal : _____ A
- Possibilité 6C : Répartiteur de service avec dispositif de débranchement solaire (cote du disjoncteur solaire : _____ A)

Autres éléments : (entourer toutes les propositions qui s'appliquent)

- Stockage sur batterie nécessaire : Oui / Non
- Contrôleur de consommation interne nécessaire : Oui / Non
- Onduleur bimodal/chargeur nécessaire : Oui / Non

ÉTAPE 7 : Méthode préférée de fixation du matériel PV et effets structurels

Effets structurels évalués et méthode de fixation recommandée établis : _____ Non / Oui (entourer une proposition)

Si la réponse est non, organiser un examen structurel avec l'aide du consultant en matériel PV.

Si la réponse est oui, préciser le type d'évaluation : Assurances professionnelles fournies pour la structure : Oui / Non (entourer une proposition)

Ressources naturelles Canada

Guide de décision et de planification pour le choix des systèmes de panneaux solaires PV

Assurances fournies par le fabricant des fermes : Oui / Non

(entourer une proposition)

Ensuite, choisissez la méthode de fixation préférée : (entourer une possibilité ou une sous-possibilité)

- Possibilité 7A : Ancrages scellés et fixés à l'infrastructure du toit : (choisir une sous-possibilité)
(i) boulons en J ou en U; (ii) tirefonds dans les blocages; (iii) tirefonds dans les éclisses; (iv) tirefonds dans les câblages*
- Possibilité 7B : Ancrages scellés et fixés au revêtement du toit
- Possibilité 7C : Brides de toit à joints debout en méta
- Possibilité 7D : Systèmes lestés (conviennent uniquement aux toits dont l'inclinaison est inférieure à 7 degrés)
- Autre méthode _____ (préciser)

*** AVERTISSEMENT : UNE FIXATION DIRECTEMENT DANS LES CÂBLAGES DES FERMES DU TOIT N'EST PAS RECOMMANDÉE PAR LE TPIC**

PARTIE III : Surveillance et éléments solaires préférés

ÉTAPE 8 : Technologie préférée du module solaire (choisir une proposition)

- Possibilité 8A : Modules de piles solaires polycristallines
- Possibilité 8B : Modules de piles solaires monocristallines (de base)
- Possibilité 8C : Pile solaire monocristalline, modules entièrement noirs
- Possibilité 8D : Pile solaire monocristalline, modules bifaces
- Autres exigences _____ (préciser)

ÉTAPE 9 : Technologie préférée de l'onduleur (choisir une proposition)

- Possibilité 9A : Séries d'onduleurs
- Possibilité 9B : Séries d'onduleurs optimisés
- Possibilité 9C : Micro-onduleur
- Possibilité 9D : Onduleur bimodal
- Autres exigences _____ (préciser)

ÉTAPE 10 : Approche de surveillance de la production énergétique préférée (nécessaire pour les maisons à consommation énergétique nette zéro, facultatif pour les autres)

- Possibilité 10A : Pas de système de surveillance installé
- Possibilité 10B : Surveillance de base pour les maisons à consommation énergétique nette zéro
- Possibilité 10C : Surveillance avancée de l'énergie pour la maison
- Autres exigences _____ (préciser)