



Fiche d'information : Systèmes photovoltaïques intégrés aux bâtiments (PVIB)

Les systèmes PVIB sont des produits ou des systèmes de production d'énergie solaire parfaitement intégrés aux enveloppes de bâtiments, remplaçant les matériaux de bâtiments habituels.

Les systèmes PVIB sont des composantes intégrales des enveloppes de bâtiments et convertissent l'énergie solaire en électricité tout en remplissant des fonctions d'enveloppe de bâtiment comme :

- la protection contre les intempéries (impermeabilité, pare-soleil);
- l'isolation thermique;
- la protection antibruit;
- l'éclairage de jour;
- la sécurité.

Les systèmes PVIB peuvent être installés pendant la phase de construction d'un bâtiment ou dans le cadre de rénovations d'un bâtiment lorsqu'on doit remplacer des composantes de l'enveloppe. Les bâtiments permettent l'intégration des systèmes PVIB de plusieurs façons. En général, il y a trois surfaces d'application principales pour les systèmes PVIB :

- toits (par ex. bardeaux, tuiles, puits de lumière);
- façades (par ex. revêtement, murs-rideaux, fenêtres);
- systèmes externes intégrés (par ex. rampes de balcon, systèmes de protection solaire).

Les photos ci-dessous montrent l'éventail de possibilités qu'offrent les systèmes PVIB.

Les produits PVIB présentement offerts sur le marché utilisent des cellules solaires à base de silicium cristallin (c-Si) ou des technologies de couches minces de silicium amorphe (a-Si), de tellure de calcium (CdTe) et de cuivre indium gallium sélénium (CIGS). Avec la plupart des technologies, une semi-transparence peut être obtenue en espaçant les cellules solaires ou en utilisant une couche mince transparente. Par contre, plus le module est transparent, moins il est efficace.

PVIB = Remplace les matériaux de bâtiments + produit de l'énergie solaire

Avantages des systèmes PVIB

Les avantages des systèmes PVIB sont nombreux. Les systèmes PVIB produisent de l'électricité propre sur le site sans nécessiter plus d'espace de terrain, mais ils peuvent aussi avoir un effet sur la consommation d'énergie d'un bâtiment en utilisant la lumière du jour et en réduisant les charges de refroidissement. Les systèmes PVIB peuvent donc contribuer à l'énergie nette zéro des bâtiments. En transformant les toits et les façades en producteurs d'énergie, les systèmes PVIB sont les seuls matériaux de construction offrant un rendement des investissements. De plus, les utilisations diverses des systèmes PVIB offrent beaucoup de possibilités d'embellissement des bâtiments pour les architectes et les concepteurs de bâtiments. Aussi, les propriétaires de bâtiments profitent de factures d'électricité réduites et d'une image « verte » et « novatrice ».

PVIBT – Une classe de PVIB

Une classe des systèmes PVIB comprend les systèmes PVIB avec récupération d'énergie thermique, les systèmes PVIBT. Ces systèmes produisent simultanément de la chaleur et de l'électricité sur la même surface de bâtiment. Quand l'air est utilisé comme moyen de récupération de chaleur (PVIBT/a), l'énergie thermique extraite peut être consacrée directement aux usages à basse température (par ex. préchauffage de l'air frais) ou, par l'entremise d'une pompe à chaleur, aux usages à haute température (par ex. chauffage de locaux et de l'eau). L'avantage principal des systèmes PVIBT est une production d'énergie supérieure aux systèmes PVIB pour une surface donnée. De plus, dans une situation de récupération de chaleur, les cellules PV seront plus froides que celles d'un toit PVIB sans récupération de chaleur, améliorant donc l'efficacité du module.

Toit PVIB



Façade PVIB



Rampe de balcon PVIB



Mur-rideau PVIB



Système de protection solaire PVIB



Puits de lumière PVIB



Technologie PVIB au Canada

Une étude effectuée par Ressources naturelles Canada en 2006 a révélé un grand potentiel de marché pour la technologie PVIB au Canada, indiquant qu'environ 71,34 TWh d'électricité pouvaient être produits par l'installation de cette technologie émergente dans les bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels [1]. Au cours de la dernière décennie, la tendance de construction de bâtiments vitrés à plusieurs étages ainsi que les avancées technologiques se rapportant aux matériaux photovoltaïques flexibles, colorés, transparents et de grande efficacité énergétique permettent un plus grand éventail d'applications des systèmes PVIB.

Jusqu'à ce jour, plus de 50 projets de systèmes PVIB commerciaux, institutionnels et résidentiels ont été réalisés au Canada, offrant de nouvelles possibilités d'affaires pour les industries de l'énergie solaire et des enveloppes de bâtiments. Les photos ci-dessous présentent quelques installations PVIB canadiennes qui constituent des réussites.

Que réserve l'avenir?

À l'heure actuelle, la technologie PVIB demeure un marché à créneaux, mais dans plusieurs pays, les systèmes PVIB sont un matériau d'enveloppe de bâtiment viable en raison des prix à la baisse des modules PV. Les systèmes PVIB comptent donc parmi les secteurs de l'industrie d'énergie solaire photovoltaïque qui connaissent la plus forte croissance [2]. Les inquiétudes face aux changements climatiques ont justifié des exigences d'efficacité énergétique de plus en plus strictes pour les bâtiments et l'intérêt croissant des architectes et des concepteurs de bâtiments pour la technologie PVIB. D'autres améliorations technologiques en matière d'efficacité, de flexibilité et de réduction des coûts sont attendues.

Au Canada, on s'attend à ce que les activités de bâtiments verts poursuivent une croissance rapide [3]. De nouvelles étiquettes et normes canadiennes comme le récent programme d'étiquetage résidentiel de consommation énergétique nette zéro de l'Association canadienne des constructeurs d'habitations (ACCH) et la norme des bâtiments à carbone zéro du Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa) encourageront la production d'énergie renouvelable sur les sites des bâtiments.

Activités PVIB chez CanmetÉNERGIE

Depuis 2000, le centre de recherche de Ressources naturelles Canada CanmetÉNERGIE à Varennes, au Québec, a œuvré à la sensibilisation et au développement des capacités locales d'intégration des matériaux photovoltaïques aux bâtiments en tant que moyens de production d'énergie.

Établir les bases de la technologie PVIB au Canada

Pendant plus de 15 ans, CanmetÉNERGIE a participé à la recherche, au développement et à la démonstration de technologies PVIB pour surmonter les obstacles techniques et promouvoir l'intégration des technologies PV aux bâtiments canadiens.

Après avoir longuement consulté des associations de l'industrie, les municipalités, les provinces et le gouvernement fédéral, le rapport « Photovoltaics for Buildings: Opportunities for Canada » (2001) a établi l'objectif PV pour les bâtiments canadiens et a fourni des recommandations qui encouragent une plus grande utilisation des produits PV dans les bâtiments canadiens ainsi qu'une meilleure intégration au marché [4].

Afin de convaincre les architectes canadiens d'intégrer des technologies PV aux bâtiments, Ressources naturelles Canada a, en 2003, collaboré avec l'Institut royal d'architecture du Canada (IRAC) en organisant un atelier PVIB à l'École d'architecture de l'Université de Colombie-Britannique. Un livret tiré de l'atelier a plus tard servi de matériel d'apprentissage pour une formation PVIB offerte par l'IRAC aux architectes canadiens [5].

Depuis 2003, Ressources naturelles Canada a continué de promouvoir le potentiel des technologies PVIB dans le climat canadien et a développé une capacité locale en finançant plusieurs projets de démonstration, comme dans le cadre du programme Mesures d'action précoce en matière de technologie (TEAM).

Au cours des années suivantes, RNCa a aussi encouragé l'intégration des systèmes PV aux bâtiments en soutenant les étudiants en génie et en architecture du Canada dans leur participation au Décathlon solaire du Département de l'Énergie des États-Unis. Cette compétition collégiale met au défi les équipes d'étudiants pour la conception et la construction de maisons alimentées par l'énergie solaire qui unissent une excellente conception et une production

Bibliothèque de Varennes, Québec
© Maxime Gagné, façade PVIB



Résidence de Calgary, Alberta
© One House Green



Jeanne & Peter Lougheed Performing Arts Centre
Camrose, Alberta © University de l'Alberta



Théâtre Enwave, Toronto, Ontario
© Sarah Hall Studio inc.



intelligente d'énergie à l'innovation, le potentiel de marché et la consommation efficace d'énergie et d'eau. L'objectif est d'adapter la main d'oeuvre canadienne de demain aux demandes d'une économie axée sur la technologie.

De 2008 à 2013, CanmetÉNERGIE a mené une collaboration conjointe entre 86 experts nationaux de 19 pays membres de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) selon les programmes de collaboration technologique Solar Heating and Cooling (SHC) et Energy in Buildings and Communities (EBC). L'objectif de la Tâche 40/Annexe 52 conjointe entre SHC et EBC, « Vers des bâtiments solaires à consommation énergétique nette zéro » [6], était d'obtenir une compréhension commune des bâtiments net zéro ainsi que des outils, des directives et des solutions novatrices, dont les technologies d'énergies renouvelables comme les technologies PVIB. L'un des faits saillants de cette collaboration est la publication de trois ouvrages [7] [8] [9].

En 2013, CanmetÉNERGIE a terminé la construction et la mise en service de son centre d'essai extérieur qui permet de caractériser les performances électriques et thermiques de produits PV et PVIB qui récupèrent l'énergie thermique en utilisant l'air comme fluide de récupération thermique (voir figure 1). Cette installation a contribué à la capacité d'évaluation de produits et de développement de normes du gouvernement canadien. De 2014 à 2017, le centre d'essai a aussi mené à la collaboration internationale de trois ans entre CanmetÉNERGIE et l'Université nationale Kongju (KNU) en Corée du Sud. Dans le cadre de ce projet, les chercheurs canadiens ont développé un modèle pour prédire la performance électrique et thermique d'un prototype d'insolateur PVIBT coréen et ont effectué des tests pour caractériser les performances de l'insolateur et valider le modèle.



Figure 1 : Prototype d'insolateur PVIBT conçu par KNU dans le centre d'essai PV de CanmetÉNERGIE

Activités de R-D actuelles en matière de PV (2016-2020)

À l'heure actuelle, CanmetÉNERGIE travaille sur deux projets de recherche et développement en technologie PVIB financés par le Bureau de recherche et de développement énergétiques (BRDE) de RNCan :

- « Systems Solutions and Tools for Combined Building-Integrated Solar Electric and Thermal Technologies » (STBIST) financé par le Programme d'innovation énergétique (PIE)¹;
- « High Performance Building Envelope Systems » financé par le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE)².

Ces projets visent à relever les trois principaux défis de l'industrie PVIB en se concentrant sur les activités suivantes :

- Réglementations : soutenir le développement de codes de bâtiments et de normes de produits PVIB;
- Désavantages financiers : démontrer la valeur ajoutée et la rentabilité des systèmes PVIB;
- Manque d'intégration : communiquer les moyens d'intégrer les systèmes PVIB aux enveloppes des bâtiments.



Réglementations

Les produits PVIB doivent être conformes aux normes PV et aux normes de produits de bâtiments (p. ex. les codes de prévention des incendies, d'étanchéité et de résistance au vent) qui varient d'un pays à l'autre. Des chercheurs de CanmetÉNERGIE représentent le Canada en tant qu'experts nationaux dans le cadre du programme de la Tâche 15 de l'Agence internationale de l'énergie, le « Photovoltaic Power Systems (PVPS) "Enabling Framework for the Acceleration of BIPV" » [10]. CanmetÉNERGIE est particulièrement impliqué dans la sous-tâche C, qui se concentre sur les problèmes de réglementations et qui vise à développer un cadre international pour les normes PVIB.

Pour faire progresser le développement de normes PVIB internationales, CanmetÉNERGIE est aussi membre de l'Équipe de projet 63092. Cette équipe est un effort conjoint du groupe de travail 2 du comité technique 82 de la Commission électrotechnique internationale (CÉI)³ et de la norme TC 160 de l'Organisation internationale de

¹ Projet numéro EIP-EU-BE-06 - P-002599.001

² Projet numéro BE1-02 - P-002519.001

³ IEC/TC 82 WG2 se concentre sur le développement de normes internationales pour les modules photovoltaïques au sol non-focalisants.

normalisation (ISO)⁴ pour élaborer des caractéristiques techniques de modules et de systèmes photovoltaïques utilisés dans la construction de bâtiments.



Désavantages financiers

À l'heure actuelle, la valeur des technologies PVIB n'est pas pleinement comprise. Pour démontrer le potentiel de rentabilité des systèmes PVIB, CanmetÉNERGIE développe des études de cas d'installations PVIB canadiennes en soulignant les avantages de la technologie PVIB en tant que technologie de production d'énergie, mais aussi en tant que composante d'enveloppe de bâtiment qui apporte un rendement des investissements.

De plus, CanmetÉNERGIE mène des activités de recherche et développement pour évaluer la rentabilité de la récupération de chaleur des systèmes PVIB pour produire de l'énergie thermique et électrique en utilisant la même surface de bâtiment. La portée des stratégies d'amélioration de transferts de chaleur visant à accroître la valeur de l'énergie thermique récupérée est aussi évaluée. Des activités de simulation et des tests sont aussi menés pour développer des concepts d'ingénierie optimisés d'intégration des systèmes PVIB/a aux systèmes CVC.



Manque d'intégration

Les systèmes PVIB produisent de l'énergie, mais ils sont aussi des composantes des enveloppes de bâtiments. Pour aider les concepteurs de bâtiments à comprendre les performances des systèmes PVIB et PVIBT dans ces deux fonctions, CanmetÉNERGIE élabore des modèles simples et détaillés pour prédire la performance des installations PVIB et PVIBT selon différentes configurations.

CanmetÉNERGIE évalue aussi les outils logiciels PVIB existants sur le marché pour mieux renseigner les architectes, les consultants, les ingénieurs et les chercheurs quant à leurs fonctionnalités et leurs limites. Dans une prochaine étape, CanmetÉNERGIE développera des directives de conception pour permettre aux ingénieurs et aux architectes d'intégrer les systèmes PVIB dans un bâtiment, assurant rendement et sécurité.

En 2017, un sondage a été réalisé par CanmetÉNERGIE auprès des experts en systèmes PVIB pour mieux cerner les contraintes actuelles au développement du marché PVIB au Canada [11]. Les résultats de ce sondage permettront d'orienter les recherches et les efforts de développement futurs en matière PVIB au Canada. Les

résultats seront aussi utilisés pour lancer un échange entre les actionnaires de systèmes PVIB pertinents quant à la manière de surmonter les obstacles au développement du marché des technologies PVIB au Canada.

Références

- [1] Pelland, S., & Poissant, Y. (2006). An Evaluation of the Potential of Building Integrated Photovoltaics in Canada. 31st Annual Conference of the Solar Energy Society of Canada. Montréal: CANMET Energy Technology Centre-Varenes.
- [2] Drachman, P., Adamson, K.A. (2012). Building Integrated Photovoltaics: BIPV and BAPV: Market Drivers and Challenges, Technology Issues, Competitive Landscape, and Global Market Forecasts. Chicago, Illinois.
- [3] Conseil du bâtiment durable du Canada (2014). Canada Green Building Trends: Benefits Driving the New and Retrofit Market.
- [4] Ayoub, J., Dignard-Bailey, L., Filion, A. (2001). Photovoltaics for Buildings: Opportunities for Canada. CANMET Energy Diversification Research Laboratory, Ressources naturelles Canada, Varennes, Québec, Canada.
- [5] Ressources naturelles Canada (2004). Mainstreaming Building-integrated Photovoltaics in Canada. CETC-Varennes.
- [6] Tâche 40 AIE SHC, site Web : www.task40.iea-shc.org
- [7] Garde, F., Ayoub, J., Aelenei, D., Aelenei, L. & Scognamiglio, A. (2017). Solution Sets for Net-Zero Energy Buildings: Feedback from 30 Buildings worldwide. Ernst & Sohn. Berlin.
- [8] Athienitis, A., & O'Brien, W. (2015). Modeling, Design, and Optimization of Net-Zero Energy Buildings. Ernst & Sohn. Berlin.
- [9] Voss, K., & Musall, E. (2013). Net zero Energy Buildings: International Projects of Carbon Neutrality in Buildings. EnOB.
- [10] Tâche 15 AIE PVPS, site Web : www.iea-pvps.org/index.php?id=task15
- [11] Ebert, I. & Kapsis, K. (2018). Consultation Survey on Building-Integrated Photovoltaic Systems and Design Tools, Ressources naturelles Canada, janvier 2018.

Contact

CanmetÉNERGIE
Ressources naturelles Canada
1615, boul. Lionel-Boulet
Varennes, QC J3X 1P7

Renseignements généraux : (450) 652-4621

NRCAN.canmetenergy-canmetenergie.RNCAN@canada.ca

⁴ ISO/TC 160 se concentre sur le développement de normes internationales pour l'utilisation de vitres dans les bâtiments.