



BROCHURE DE SOLUTIONS SUR LE PV INTÉGRÉ AU BÂTIMENT

Smart Cities Marketplace 2025

Smart Cities Marketplace est géré par la Direction générale de l'énergie de la Commission européenne

ÉNERGIE



Éditeur: Smart Cities Marketplace ©Union européenne, 2025

Terminé en: Février 2025

Auteur: Smart Cities Marketplace géré par
la Direction générale de l'énergie (DG ENER)
smart-cities-marketplace.ec.europa.eu
[Commission européenne](#) | [DG ENER](#)

Version 2025

Écrit par: Leen Peeters (ThInk E)

Contributeurs: Jens Moschner (KULeuven), Antonin Faes (EPFL),
Merit Tatar (Institute for Baltic Studies), María Jiménez (Onyx), Thomas
Garabatian (Solar Power Europe), Xabier Olano Azkune (Tecnalia)

Révisé par: Ervis Sulejmani (ThInk E)

Traduit par: Quentin De Clerck (ThInk E)

Conception graphique: Francesca Van Daele (ThInk E), Lorenzo Vio (ThInk E)

Version 2020

Écrit par: Lucija Rakocevic, Leen Peeters (ThInk E)

Conception graphique: Agata Smok (ThInk E)

Photo de couverture: ©Danist Soh, Unsplash

Clause de non-
responsabilité: ©Union européenne, 2025
La politique de réutilisation de la Commission est mise en œuvre par
la décision 2011/833/UE de la Commission du 12 décembre 2011 relative à la
réutilisation des documents de la Commission (JO L 330 du 14.12.2011, p. 39).
Sauf mention contraire, la réutilisation de ce document est autorisée sous
la licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Cela
signifie que la réutilisation est autorisée, à condition que le crédit approprié
soit donné et que les éventuelles modifications soient indiquées.
Pour toute utilisation ou reproduction d'éléments qui n'appartiennent pas
à l'UE, une autorisation peut être demandée directement aux titulaires
de droits respectifs.
Ce document a été préparé pour la Commission européenne, mais il ne
reflète que les opinions des auteurs et la Commission ne peut être tenue
responsable de l'usage qui pourrait être faite des informations qu'il contient.

Quoi et pourquoi	5
Contexte urbain	9
BIPV dans les nouveaux bâtiments	10
BIPV dans la rénovation des bâtiments	10
PV intégré dans une barrière de sécurité	11
Enseignements tirés	13
Soutenir les parties prenantes et engager les citoyens	15
Aspects sociétaux et utilisateurs	15
Une énergie décentralisée esthétiquement attrayante	17
Spécifications techniques	21
Type de système BIPV	21
Composants d'un système BIPV	22
Composants du système BIPV	23
Composant PV	
Composants de montage	
Composants optionnels	
Enseignements tirés	26
Modèles commerciaux & financement	28
Modèles commerciaux possibles	29
Enseignements tirés	32
Gouvernance & réglementation	34
Enseignements générales tirés	37
Documents utiles	39

L'initiative Smart Cities Marketplace est soutenue par la Commission européenne qui rassemble **des villes, des entreprises, des PME, des investisseurs, des banques, des chercheurs et d'autres acteurs des villes intelligentes et climatiquement neutres**. Le Smart Cities Marketplace Investor Network est un groupe croissant d'investisseurs et de prestataires de services financiers qui recherchent activement des projets de villes intelligentes et climatiquement neutres.

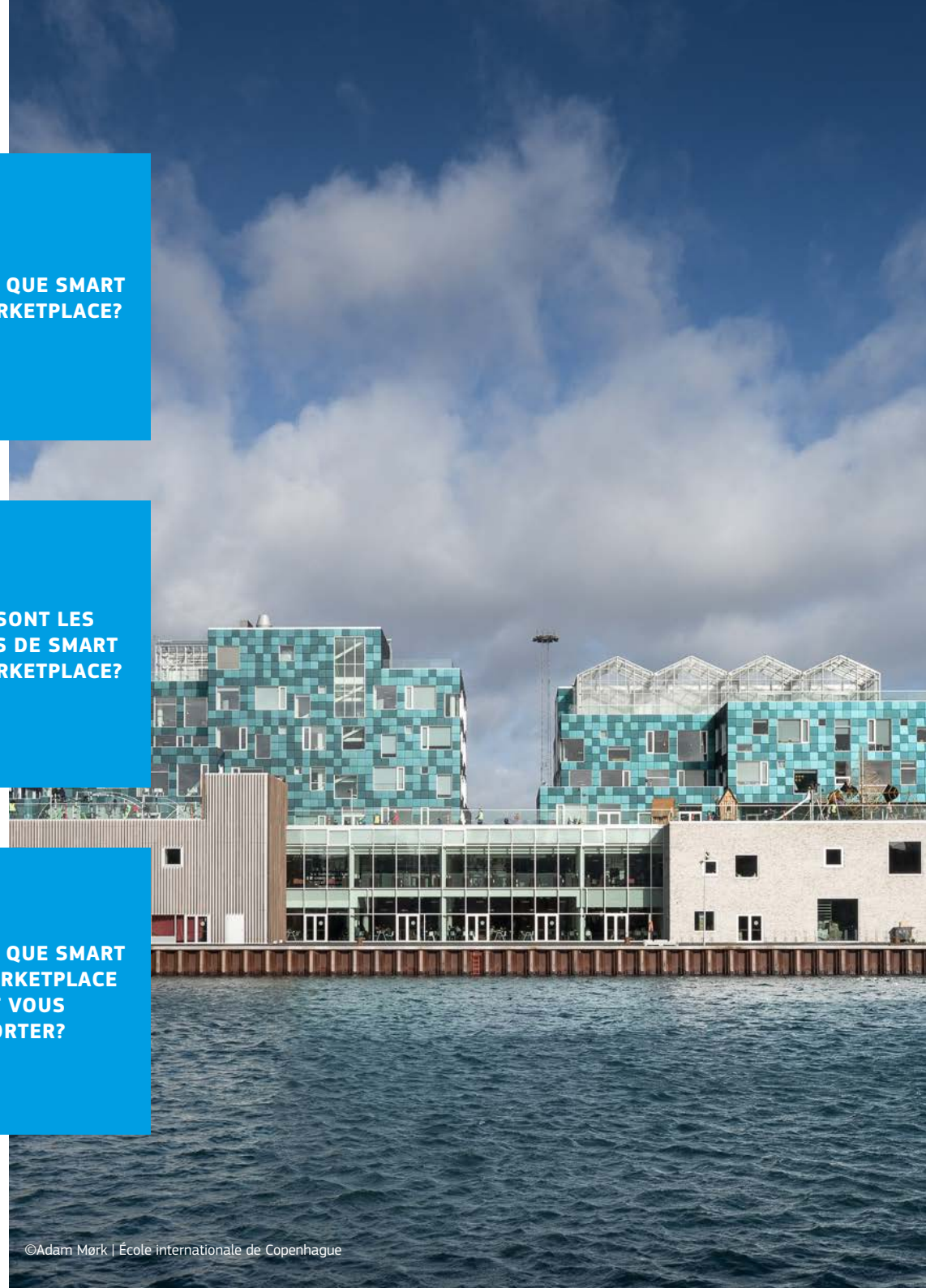
Smart Cities Marketplace compte des milliers d'adeptes dans toute l'Europe et au-delà, dont beaucoup se sont inscrits en tant que membre. Leurs objectifs communs sont **d'améliorer la qualité de vie des citoyens, d'accroître la compétitivité des villes et de l'industrie européennes** ainsi que **d'atteindre** les objectifs de l'Union européenne en matière d'énergie et de climat.

Explorer les possibilités, **donnez forme** à vos idées de projet et concluez un **accord** pour le lancement de votre solution de Smart City ! Si vous souhaitez entrer directement en contact avec nous, veuillez utiliser info@smartcitiesmarketplace.eu

QU'EST-CE QUE SMART CITIES MARKETPLACE?

QUELS SONT LES OBJECTIFS DE SMART CITIES MARKETPLACE?

QU'EST-CE QUE SMART CITIES MARKETPLACE PEUT VOUS APPORTER?





QUOI ET POURQUOI

En 2019, avec l'adoption du [Pacte vert](#)¹, l'Europe a déclaré son objectif de devenir un continent **climatiquement neutre d'ici 2050**. Le Pacte vert vise une utilisation efficace des ressources pour une économie propre et circulaire. La transformation du secteur de l'énergie vers un système décarboné, numérisé et décentralisé, intégré à d'autres secteurs tels que le développement urbain, l'agriculture, l'industrie et la mobilité est au cœur de cette transition. [Le paquet sur l'énergie propre](#)² renforce encore cette décision en définissant des objectifs et des actions quantitatifs spécifiques.

Pour atteindre ces objectifs, **l'énergie propre** doit être primordiale dans la planification, la conception, la construction, la rénovation et l'utilisation de nos espaces de vie et de nos bâtiments.

À partir de 2020, tous les nouveaux **bâtiments devront être à consommation énergétique quasi nulle**, c'est-à-dire qu'ils devront produire l'énergie nécessaire sur place. Cependant, 75 % des bâtiments de l'UE ont été construits avant l'existence des normes de performance énergétique et le taux de **rénovation des bâtiments doit être multiplié par trois** pour que les objectifs de décarbonation soient atteints ([Document d'orientation du SCIS](#))³. En outre, l'UE a exprimé l'ambition d'avoir 100 [quartiers à énergie positive en projet d'ici 2025](#)⁴.

Dans le cadre de REPowerEU, la [Stratégie solaire de l'UE](#)⁵ a été adoptée à la mi-2022. Cette stratégie vise à mettre en service plus de 320 GW de capacité solaire photovoltaïque d'ici 2025 (soit plus du double du niveau de 2020) et près de 600 GW d'ici 2030.

1 commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal

2 energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package

3 smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/publications/upscaling-urban-residential-retrofit-eus-low-carbon-future-challenges-and

4 setis.ec.europa.eu/working-groups/positive-energy-districts

5 europarl.europa.eu/legislative-train/package-repowereu-plan/file-eu-solar-strategy?sid=8501



Exemple d'installation de toiture BIPV ©Sunstyle

La [European Solar Charter](#)⁶ a été signée début 2024. Cette loi est une réaction à la baisse substantielle du prix des panneaux photovoltaïques chinois importés. Elle prévoit une série d'actions volontaires à entreprendre pour soutenir le secteur photovoltaïque de l'UE.

6 energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy/european-solar-charter



Efficacité énergétique et approvisionnement local en énergie propre sont essentielles pour concrétiser les ambitions européennes. L'approvisionnement en énergie thermique peut se faire de plusieurs façons, notamment par la récupération de chaleur résiduelle, l'alimentation de systèmes de chauffage urbain et le chauffage solaire thermique. La production locale d'électricité propre dans les villes est beaucoup plus difficile et les choix technologiques se résument souvent à la cogénération ou au photovoltaïque (PV). Les biocarburants ne sont pas privilégiés, entre autres en raison des émissions locales et l'utilisation de cette cogénération est liée à la demande locale de chaleur, qui dépend du lieu et de la saison. **La mise en œuvre à grande échelle du PV** dans nos villes est donc une nécessité, dans certains cas combinée à la production d'électricité de la cogénération basée sur la demande de chaleur.

Les panneaux solaires basés sur la **technologie PV** sont bien connus, faciles à appliquer et évolutifs en fonction des besoins énergétiques, du moins dans les limites de la surface mise à disposition. Les panneaux PV sont principalement installés sous forme de systèmes PV placés au sol, sur des surfaces d'eau ou sur des toits. Les installations PV ajoutées à un bâtiment existant avec pour seul but de produire de l'électricité ne sont pas appelés systèmes PV intégrés au bâtiment mais systèmes PV appliqués au bâtiment ou BAPV.



Pour en savoir plus sur smartcities-infosystem.eu/solutions








Hôpital Punta Arenas ©Onyx | onyxsolar.com





Un système photovoltaïque intégré au bâtiment (BIPV) est un élément de construction d'un bâtiment qui produit de l'électricité. Les BIPV sont installés dans l'enveloppe du bâtiment, sur le toit, sur la façade ou sur les surfaces vitrées.

Le BIPV peut conduire à une **synergie entre l'efficacité énergétique et la production d'énergie propre** pour les rénovations en profondeur des bâtiments et les nouveaux bâtiments. Ce n'est pas un concept nouveau, mais les options technologiques se sont améliorées au cours des deux dernières décennies.

Les normes internationales définissent que, outre la production d'électricité, le BIPV doit fournir une ou plusieurs des fonctionnalités suivantes:

-  Rigidité mécanique ou intégrité structurelle
-  Protection primaire contre les intempéries: pluie, neige, vent, grêle
-  Économie d'énergie, comme l'ombrage, l'éclairage naturel ou l'isolation thermique
-  Protection contre l'incendie
-  Protection contre le bruit

Bien que la part de marché du BIPV soit faible (< 2 % de toutes les installations PV) par rapport au PV conventionnel, la technologie BIPV [est prête pour le marché et comparable en termes de prix](#)⁷ à d'autres éléments de construction nécessaires pour les bâtiments nets zéro-énergie (nZEB). Ceci est également démontré par [BIPVBoost](#)⁸, dans lequel plusieurs applications récentes du BIPV ont été évaluées. Comme prévu, les grandes surfaces de BIPV réduisent le prix au m². L'application du **BIPV ne peut être considérée sans d'autres facteurs décisifs**:

-  Économies de matériaux, par exemple coût de finition alternative de l'enveloppe du bâtiment en l'absence du BIPV;
-  L'électricité produite et actuellement utilisée dans le bâtiment, c'est-à-dire le taux d'autoconsommation. Ce paramètre indique indirectement dans quelle mesure la valeur économique de l'électricité produite est maximisée;
-  Des transferts de chaleur réduits et une perméabilité réduite au rayonnement solaire peuvent être obtenus grâce aux surfaces BIPV;
-  Attention à une image verte qui est pertinente et qui a une valeur commerciale pour les entreprises et qui est une déclaration de politique pour les bâtiments publics.

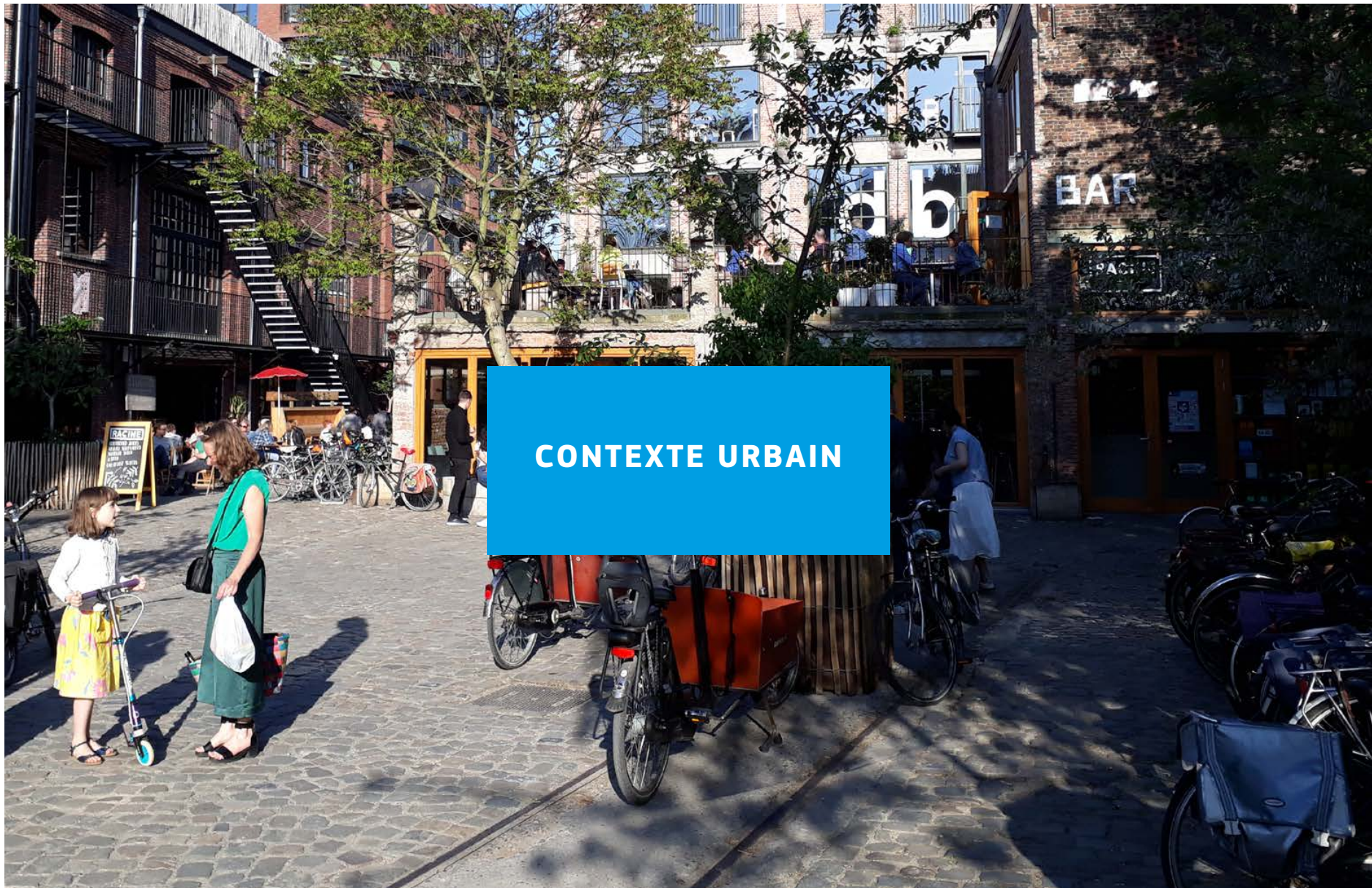
Par conséquent, le BIPV ne doit pas être considéré comme une source de revenus principale mais comme un investissement complémentaire offrant des délais de retour sur investissement raisonnables. Des projets tels que Increase, BIPVBoost et PVsites, ainsi que le groupe de travail 3 de l'ETIP PV axé sur le BIPV, soutiennent davantage les politiques qui contribuent à une industrie européenne du BIPV plus robuste, à une réduction des coûts des prix de vente et à un cadre politique clair et propice. Alors que les seuils de compétitivité devraient être atteints d'ici 2025, les réductions de coûts attendues sont aussi élevées que [47% d'ici 2030](#)⁹. Compte tenu de ces chiffres, **n'importe quelle ville en Europe pourrait commencer avec la mise en œuvre du BIPV dès aujourd'hui et ses premiers bâtiments seront opérationnels dans les années à venir.**

⁷ etip-pv.eu/publications/etip-pv-publications/download/solar-skins-an-opportunity-for-greener-cities

⁸ bipvboost.eu/public-reports/download/cost-competitiveness-status-of-bipv-solutions-in-e

⁹ bipvboost.eu/public-reports/download/cost-reduction-roadmap-for-the-european-bipv-secto








CONTEXTE URBAIN

Les zones urbaines sont densément peuplées, 75 % des Européens y vivent. La surface de toit disponible pour l'installation de panneaux photovoltaïques est limitée, ce qui rend difficile de satisfaire les besoins énergétiques de la ville. Par rapport aux panneaux photovoltaïques classiques, les panneaux BIPV sont une partie structurelle du bâtiment et servent de façade, de toit ou de verre teinté pour l'ombrage. **Les panneaux BIPV sont fabriqués pour être semi-transparents, colorés, rigides ou flexibles et peuvent avoir différentes formes et tailles.**

Les gouvernements locaux et les communautés ont un rôle majeur à jouer dans l'adoption accrue du BIPV à travers:

-  Créer un cadre propice à une approche interdisciplinaire de la planification, de la conception et de la modernisation urbaines et de quartier, y compris le BIPV;
-  Prendre un rôle de pionnier et faire du BIPV un élément visible et intégré à l'architecture des bâtiments actifs;
-  Partage des enseignements et des meilleures pratiques des projets BIPV existants et en cours à travers [Covenant of Mayors](#)¹⁰ and [Energy Cities](#)¹¹.



¹⁰ eu-mayors.ec.europa.eu
¹¹ energy-cities.eu

Outre les bureaux, les bâtiments publics, résidentiels et commerciaux, le PV peut être intégré dans les structures de mobilité et d'aménagement urbain de la ville, telles que:



Structures de stationnement;



Barrières anti-bruit et glissières de sécurité sur les routes;



Structures d'ombrage;



Arrêts de bus;



Protection contre la pluie et le vent;



Dalles extérieures ou sols photovoltaïques.

De nombreux projets de démonstration ont été menés en Europe au cours de la dernière décennie, mais les informations sont généralement partagées au sein de consortiums de projets et, par le biais d'articles scientifiques, ou diffusées sous l'étiquette de bâtiments passifs, à énergie quasi nulle ou à énergie positive. Étant donné que le BIPV peut intégrer diverses technologies photovoltaïques, dont certaines restent en phase de recherche, il est souvent considéré comme complexe et coûteux. Cependant, le BIPV a dépassé cette étape.



Vous trouverez ci-dessous quelques exemples qui peuvent être utilisés pour illustrer le texte précédent.

BIPV dans les nouveaux bâtiments

Le bâtiment de bureaux Treurenberg à énergie quasi nulle à Bruxelles, en Belgique. Les panneaux BIPV sont utilisés pour la façade des deux derniers étages. Des panneaux BIPV et des panneaux photovoltaïques adaptés au bâtiment (classiques) installés sur le toit couvrent la consommation énergétique annuelle du bâtiment, avec une capacité installée totale de 122 kWc.



Façade BIPV dans un nouveau bâtiment à Bruxelles. ©Assar Architects | [assar.com](https://www.assar.com)

BIPV dans la rénovation des bâtiments

L'immeuble d'appartements des années 1970 a fait l'objet d'un processus de rénovation. La façade BIPV a nécessité une intervention préalable qui consistait à retirer le revêtement en briques existant et à améliorer l'isolation thermique. Les panneaux BIPV sont fixés à une structure métallique fixée au mur en béton. La conception de l'intégration a été influencée par les critères esthétiques de la rénovation architecturale du bâtiment. Le système BIPV comprend des panneaux photovoltaïques à base de silicium d'une puissance totale installée de 16,91 kWc, couvrant 130,45 m² de façade du bâtiment. Cette installation sert de site de démonstration pour le projet BIPV de l'UE, [PV sites](https://www.pvsites.eu)¹².



BIPV ventilated façade of apartments building, Wattignies, France. ©Onyx | [onyxsolar.com](https://www.onyx-solar.com) Projet de démonstration PV Sites.





PV intégré dans une barrière de sécurité

La province de Hollande-Septentrionale, en collaboration avec TNO, [Solliance Solar Research](#), Heijmans, Femtogrid et l'Université des Sciences Appliquées d'Amsterdam, a mis en œuvre un projet de démonstration d'intégration photovoltaïque dans une double barrière de sécurité de 72 m de long située le long de la N194 près de Heerhugowaard. Le projet est subventionné par le programme iDEEGO (innovation Sustainable Energy and Energy Saving Built Environment) du secteur supérieur de l'énergie, facilité par le Agence néerlandaise pour l'entreprise(RVO) aux Pays-Bas.



Prendre en compte la consommation et la production d'énergie des bâtiments lors des phases de planification et de conception rendrait plus simple et moins coûteuse l'intégration de différentes solutions technologiques énergétiques, telles que les panneaux photovoltaïques appliqués au bâtiment (BAPB) et les panneaux photovoltaïques intégrés au bâtiment (BIPV). Cette approche permet d'adapter la conception pour optimiser le rendement énergétique et d'utiliser des panneaux photovoltaïques intégrés au bâtiment (BIPV) standardisés. Elle permet également d'optimiser les processus de planification et de mise en œuvre sur site.



Intégration PV dans une double glissière de sécurité de 72 m de long le long de la N194 près de Heerhugowaard, aux Pays-Bas.
©Solliance | solliance.eu

Plusieurs organisations ont travaillé de manière approfondie sur l'évaluation du potentiel du BIPV dans le paysage urbain Européen. Si elles prévoient toutes un rôle prometteur pour le BIPV, elles identifient également plusieurs barrières et obstacles:



Lors de la conception d'un BIPV, **l'ombrage** doit être pris en compte. En milieu urbain, le renouvellement et la densification des zones environnantes pourraient avoir un impact négatif sur la conception ou le rendement pendant l'exploitation. Cela est dû aux différences d'estimation de l'ombrage entre les conditions de conception et d'exploitation. L'urbanisme doit mettre en œuvre des directives spécifiant le type d'aménagement et la hauteur maximale autorisée dans des zones spécifiques. L'ombrage qui peut en résulter sur une nouvelle conception donnée peut être considéré comme une condition architecturale limitative plutôt qu'une interdiction.



Les exemples sont d'une importance décisive pour inspirer et encourager une adoption plus poussée. **Des exemples devraient être promus dans les bâtiments publics** et encouragée dans les bâtiments commerciaux et résidentiels. Une large couverture médiatique, des inaugurations officielles et d'autres moyens d'attirer l'attention devraient être organisés.



Les objectifs en matière de production d'énergie renouvelable dans les villes devraient être plus stricts et fondés sur des **estimations de la faisabilité technologique**. Des subventions pourraient être accordées pour compléter l'analyse de rentabilité et contribuer à un retour sur investissement raisonnable.



La coopération avec les **gestionnaires de réseaux de distribution locaux** pourrait simplifier les procédures d'intégration des énergies renouvelables. Les contraintes de raccordement pourraient être traitées au niveau du quartier plutôt que des bâtiments individuels. Cela permettrait de réaliser des quartiers à énergie positive de la manière la plus rentable, en appliquant les technologies d'énergie renouvelable là où elles sont les plus bénéfiques et/ou offrent le meilleur rendement.



Enseignements tirés



- ✓ L'intégration du BIPV est plus facile et peut être réalisée à moindre coût si elle est **incluse dès la phase de planification et de conception**.
- ✓ Le BIPV doit être considéré comme une synergie entre l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables pour la rénovation des bâtiments à consommation d'énergie quasi nulle et un contributeur **clé à la réalisation de quartiers à énergie positive**.
- ✓ La mise en œuvre du BIPV dans les **bâtiments publics** contribue à accroître la sensibilisation au potentiel et aux meilleures pratiques du BIPV.

- ✓ La planification urbaine devrait inclure des **évaluations et l'identification** des emplacements privilégiés pour le BIPV sur les bâtiments.
- ✓ Les meilleures pratiques et les **leçons tirées des projets précédents devraient être largement partagées à travers des initiatives** telles que [Covenant of Mayors](#)¹³, [Energy Cities](#)¹⁴, et d'autres initiatives.
- ✓ La technologie BIPV s'améliore constamment et diminue en termes de prix et de complexité. Les informations sur cette technologie doivent être **largement partagé et régulièrement mis à jour**.

¹³ eu-mayors.ec.europa.eu

¹⁴ energy-cities.eu



Le CSEM a développé la technologie KALEO qui permet la production de panneaux solaires illustrés. ©COMPÁZ | [compaz.art](#)



**ASPECTS SOCIÉTAUX
ET UTILISATEURS**

ASPECTS SOCIÉTAUX ET UTILISATEURS

Soutenir les parties prenantes et engager les citoyens

Le BIPV représente une **technologie multisectorielle**: il comprend la **production** d'électricité et les **matériaux de construction**/verre faisant partie de l'enveloppe du bâtiment, les aspects de conception affectant l'**esthétique** ainsi que la lumière, et les aspects d'**intégration au réseau**. Il peut en outre impliquer des conditions limites (emplacement et taille) pour les structures, bâtiments et arbres à proximité. La mise en œuvre et surtout l'exploitation des installations BIPV nécessiteront souvent une coopération avec le gestionnaire de distribution et le régulateur. Bien que l'émergence du BAPV ait été autrefois considérée comme une menace par les opérateurs de réseau, la plupart d'entre eux s'alignent désormais sur les ambitions de l'UE et ont des politiques de raccordement au réseau favorables aux systèmes d'énergie renouvelable.



Le BIPV pourrait être considéré comme une industrie **locale ou régionale créant des emplois et contribuant à la croissance économique**.

Au cours de la période de transition vers un marché pleinement mature avec des prix très compétitifs, il est essentiel d'impliquer les architectes, le secteur de la construction, ainsi que les utilisateurs finaux, les communautés locales et les planificateurs urbains. Cette période de transition doit être utilisée pour **acquérir et partager de l'expérience**, réaliser des **projets phares** et favoriser la **collaboration entre les secteurs**. Il est essentiel de travailler en étroite collaboration avec les planificateurs urbains sur l'intégration du BIPV dans les éléments paysagers et les espaces communautaires.



En outre, **l'implication des citoyens et des utilisateurs finaux** dès le début contribue à sensibiliser et à accroître l'acceptation du BIPV dans diverses applications. En présentant des projets visibles et axés sur la **communauté**, les citoyens peuvent se familiariser avec les technologies BIPV et comprendre leurs avantages. Parallèlement, les architectes, les professionnels de la construction et les planificateurs urbains peuvent acquérir une expérience de première main dans l'intégration harmonieuse du BIPV dans les paysages urbains et les environnements quotidiens.



Une approche interdisciplinaire réunissant des experts en énergie, des architectes, des professionnels de la construction, des planificateurs urbains et des représentants de la communauté est essentielle. Cela garantit que les solutions BIPV sont efficacement planifiées, largement acceptées et adaptées aux besoins et aux préférences des personnes qui bénéficieront en fin de compte de l'intégration du BIPV.

Pour en savoir plus sur les principaux obstacles à la mise en œuvre et à la réplification d'un projet d'énergie intelligente ainsi qu'à l'engagement citoyen, consultez les pages suivantes: smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-02/scis_solution_booklet_citizen_engagement.pdf





Initiative Stroomversnelling, Pays-Bas

Reconstruction de logements en bâtiments à consommation énergétique quasi nulle par la mise en œuvre d'options de chauffage efficaces, de l'isolation des maisons et de l'installation de BIPV sur le toit. Les solutions sont mises en œuvre avec les coopératives de logement afin d'introduire des économies d'échelle et de réduire les coûts de rénovation pour les utilisateurs. Les solutions sont préfabriquées et faciles à mettre en œuvre.



Stroomversnelling | stroomversnelling.nl initiative aux Pays-Bas.
©Onyx | onyxsolar.com. Partenaire dans le projet PV Sites, Flickr

BIPV dans le bâtiment de l'école internationale de Copenhague

La façade de l'école internationale de Copenhague est composée de 12 000 panneaux BIPV colorés de forme carrée. Le BIPV est une façade ventilée avec protection contre la pluie qui permet une meilleure performance des panneaux à base de silicium. L'électricité produite à partir de 720 kWc de BIPV peut satisfaire la moitié de la consommation électrique de l'école. La couleur bleue uniforme des panneaux BIPV est assurée par le revêtement spécial recouvrant le panneau PV à base de silicium, ce qui permet une variation de couleur avec un impact minimal sur l'efficacité du panneau. Le bâtiment a remporté de nombreux prix d'architecture, dont le prix ICONIC 2017.

Plus: Copenhagen International School | www.copenhageninternational.school

ICONIC award website | en.innovative-architecture.de







©Adam Mørk. Bâtiment de l'école internationale de Copenhague avec 12 000 panneaux BIPV colorés de forme carrée.

Une énergie décentralisée esthétiquement attrayante

Le principal avantage du BIPV par rapport à la technologie PV traditionnelle est sa capacité à offrir des solutions esthétiques attrayantes. En concurrence avec d'autres matériaux de construction utilisés pour les enveloppes de bâtiments (façades, fenêtres, toitures), le **BIPV offre une grande variété de couleurs, de designs, de transparence, de flexibilité, de tailles et de formes**. Si la plupart des solutions BIPV actuelles sont fabriquées sur mesure, l'industrie a le potentiel de proposer des solutions produites en série dans des tailles et des configurations standard.

Le BIPV peut être proposé dans une variété de configurations, où des recherches continues aboutissent à davantage d'options qui deviennent disponibles:

- **Single colour**
-  **PV with a design**
-  **Transparent**
-  **Flexible**
-  **Size and shape**

- **Couleur unique:** Couleur unie et unique allant du blanc au bleu, vert et rouge jusqu'au gris et au noir.

Silo solaire BIPV coloré à Bâle, Gundeldinger Feld | gundeldingerfeld.ch



Reconstruction d'un bâtiment historique avec BIPV coloré.
©Argola Solvatec, SolarSilo Bâle 2015.



PV avec un design: Conception PV adaptée à votre bâtiment ou à votre structure, avec votre logo dessus ou des motifs imprimés.

PV avec une conception du CSEM et Kaleo à la Banque Cantonale Neuchâteloise (BCN):



©CSEM | csem.ch, et Kaleo




Transparent: Les panneaux photovoltaïques peuvent être semi-transparents avec une combinaison de zones opaques et transparentes ou uniformément semi-transparents. Les panneaux photovoltaïques semi-transparents peuvent être de couleur neutre ou avoir une couleur spécifique.

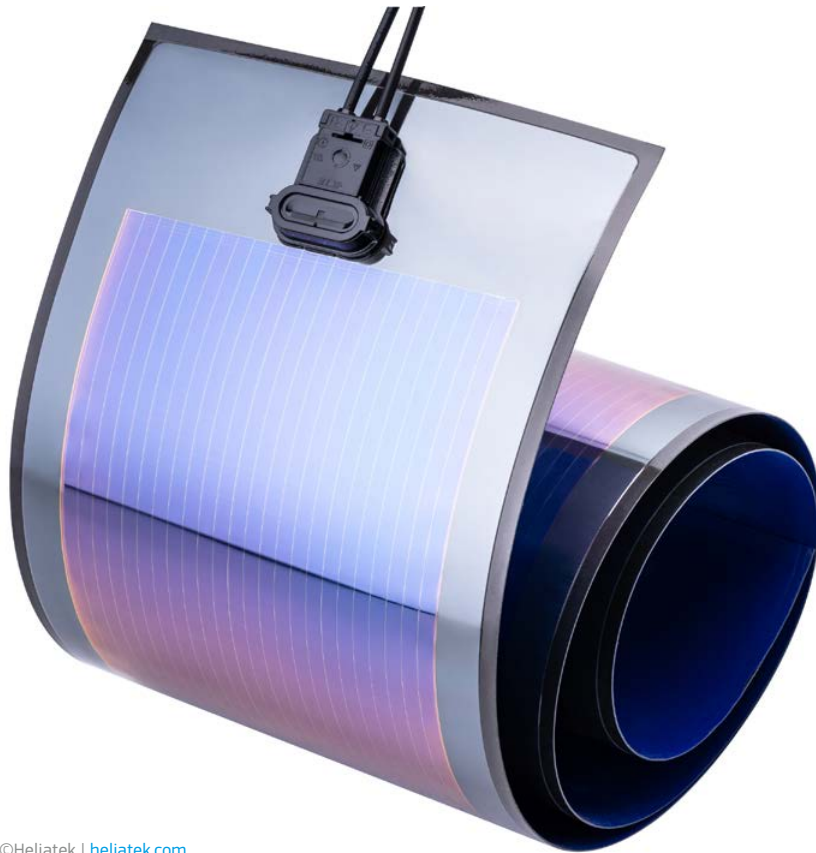
[Onyx Solar](http://onyxsolar.com) installation résidentielle de vitrage solaire semi-transparent et de couleur neutre:




©Onyx | onyxsolar.com

 **Flexible:** Technologie photovoltaïque constituée de couches très fines de matériaux fabriquées sous forme de modules flexibles et légers qui peuvent être intégrés dans n'importe quelle surface courbe de bâtiments ou de structures.

PV flexible ([Heliatek](#) PV flexible en couche mince):



©Heliatek | heliatek.com

 **Taille et forme:** Le BIPV peut être personnalisé selon la taille ou la forme requise pour la structure spécifique du bâtiment.

PV de forme hexagonale et de taille non standard au [Pavillon allemand, Expo Milan 2015](#):



Schmidhuber | schmidhuber.de Pavillon allemand. ©Alex Breier

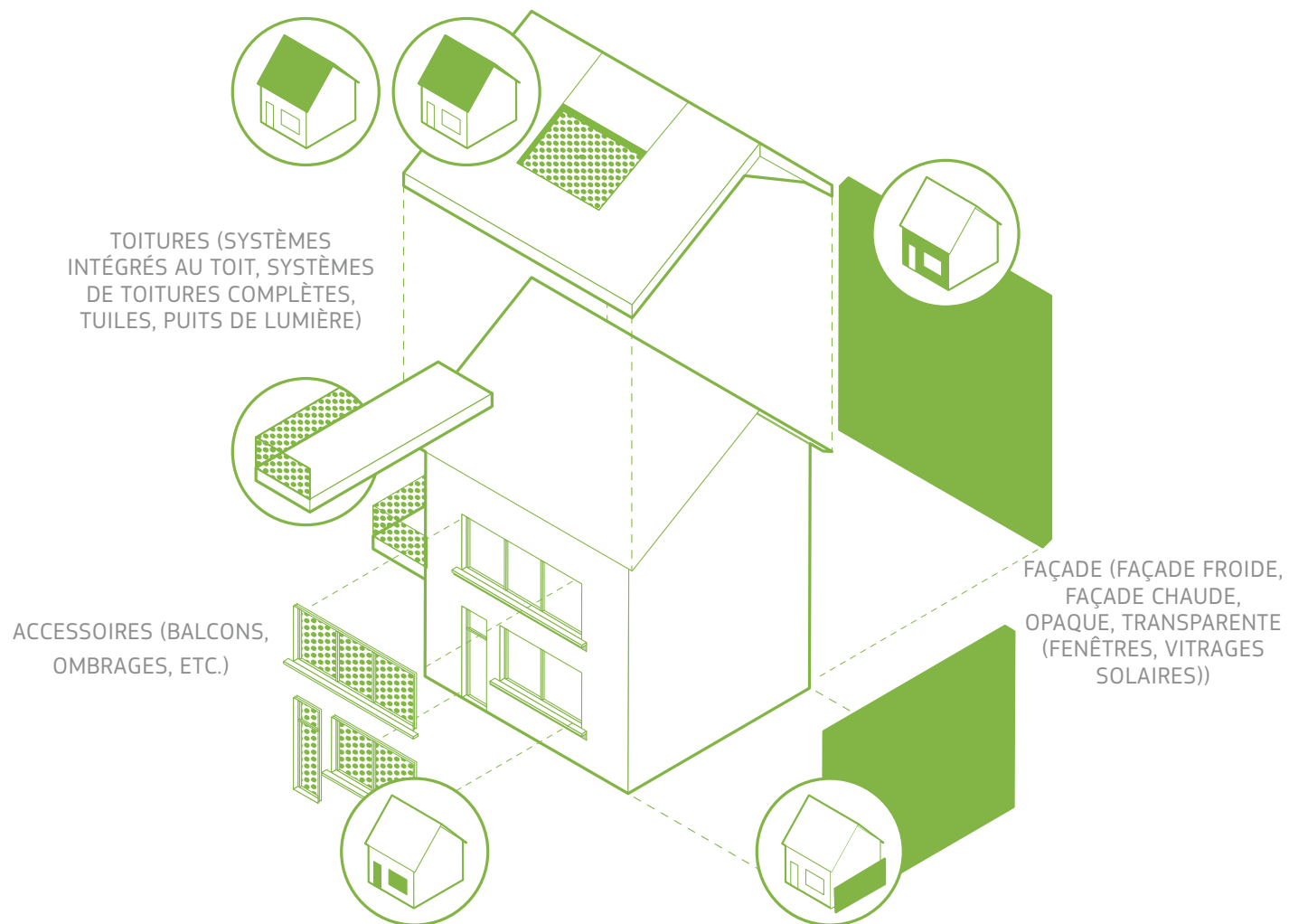


SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

Type de système BIPV

Les systèmes BIPV sont classés en:



Actuellement, 80 % des systèmes BIPV installés dans le monde [sont des systèmes toiture](#).¹⁵



¹⁵ [sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220310380?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220310380?via%3Dihub)

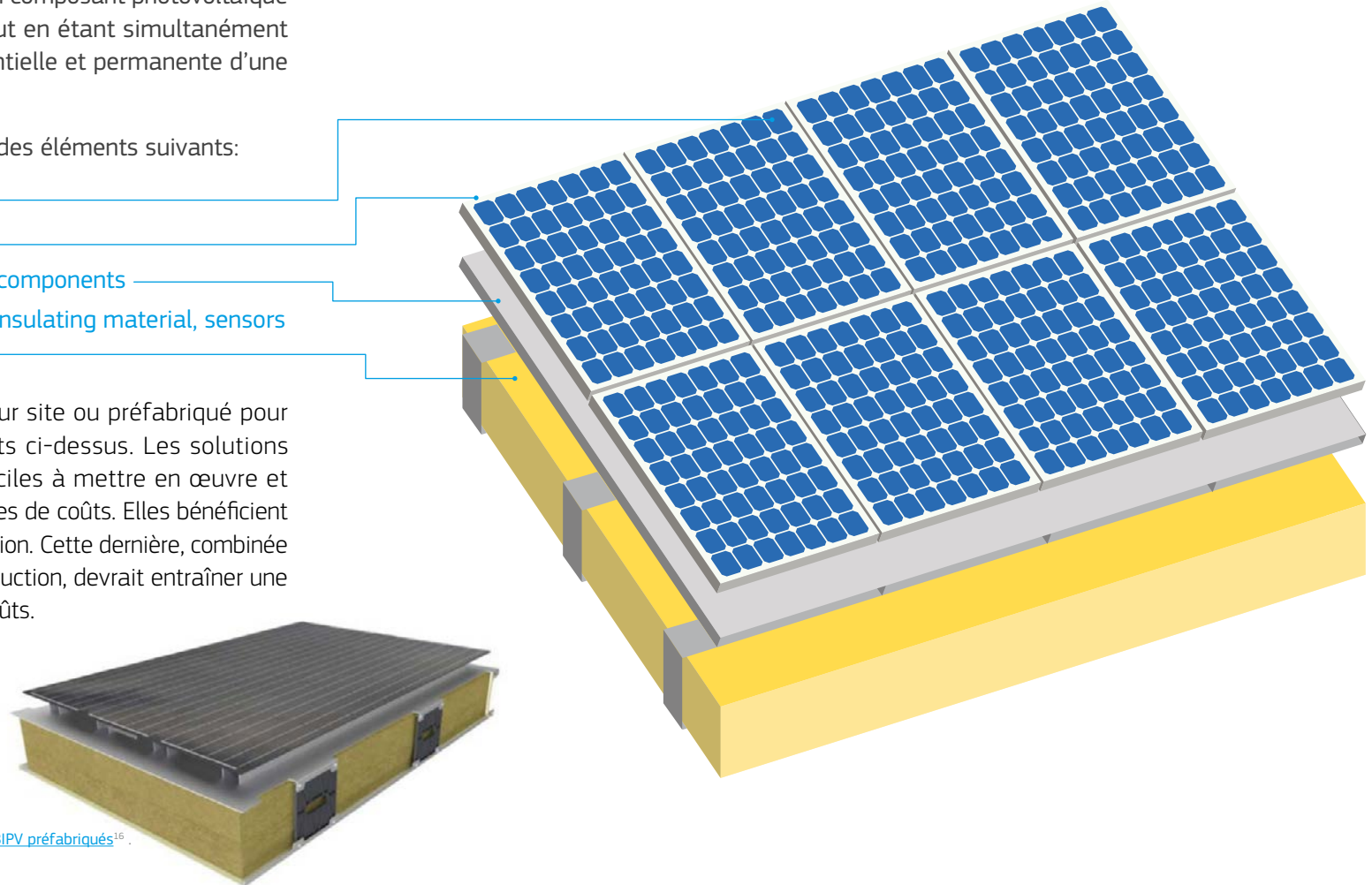
Composants d'un système BIPV

Le BIPV est défini comme un composant photovoltaïque générant de l'électricité tout en étant simultanément une partie intégrante, essentielle et permanente d'une structure de bâtiment.

Un BIPV est donc composé des éléments suivants:

- PV component
- Electrical components
- Mounting or structural components
- Optional components (insulating material, sensors etc.).

Le BIPV peut être intégré sur site ou préfabriqué pour inclure tous les composants ci-dessus. Les solutions préfabriquées sont plus faciles à mettre en œuvre et offrent un avantage en termes de coûts. Elles bénéficient davantage de la standardisation. Cette dernière, combinée à l'automatisation de la production, devrait entraîner une réduction significative des coûts.



Source: Article sur les [éléments de toiture BIPV préfabriqués](#)¹⁶.



16 polipapers.upv.es/index.php/vitruvio/article/view/4476

Composants du système BIPV

Composant PV

Les composants PV varient en fonction du matériau dont ils sont constitués. La technologie PV est regroupée en :

- PV à base de plaquettes de silicium (Si-PV) et
- PV à base de couches minces (TFPV).

Les Si-PV sont bien connus. Ils ont un rendement relativement élevé ([22% est la norme](#))¹⁷ par rapport aux alternatives à couches minces disponibles dans le commerce, mais [nécessitent plus d'énergie en amont](#)¹⁸.



Les cellules monocristallines ont un rendement légèrement supérieur à celui des panneaux polycristallins. C'est pourquoi les premières sont souvent vendues comme un produit haut de gamme. La différence vient du fait qu'une cellule monocristalline est fabriquée à partir d'un seul cristal, ce qui fournit une microstructure dans laquelle les électrons ont plus d'espace pour se déplacer, ce qui se traduit par un meilleur flux d'électricité et une moindre dépendance à la température. La différence visuelle réside dans la couleur.

Les cellules monocristallines sont noires, les cellules multicristallines ont une couleur bleue ou bleuâtre. Les dommages dus à une asymétrie de température (par exemple, en raison d'une ombre partielle ou d'une couverture de neige) sont plus probables avec les panneaux monocristallins qu'avec les panneaux multicristallins. Cependant, les panneaux monocristallins sont généralement assortis de garanties plus longues. Le PV en couche mince, en revanche, dépend moins de la température.

Le TFPV existe en plusieurs types et peut être regroupé en :

- Disponibles dans le commerce (silicone amorphe (a-Si), tellure de cadmium (CdTe) et séléniure de cuivre-indium (gallium) (CI(GS)) et
- Technologies étudiées (PV organique (OPV), perovskite, colorants sensibilisés, etc.).

La structure et le fonctionnement des cellules solaires en couches minces sont similaires à ceux des cellules en plaquettes de silicium. Les principales différences résident dans la disposition flexible et fine des différentes couches et dans les matériaux utilisés. La recherche montre que les dispositifs TFPV à petite échelle sont comparables en termes d'efficacité à ceux à base de silicium. Cependant, la mise à l'échelle vers des dispositifs de la taille d'un panneau entraîne toujours des rendements inférieurs (les cellules en couches minces de haut niveau ont aujourd'hui un rendement d'environ 18 %) par rapport à la technologie conventionnelle à base de silicium. Le faible coût du PV en couches minces et les nouvelles avancées technologiques améliorant l'efficacité et les options de conception sont les principaux moteurs de l'augmentation attendue du marché.

Contrairement aux panneaux photovoltaïques classiques, les panneaux BIPV sont généralement sans cadre et conçus de manière à être esthétiques et légers. Les éléments BIPV de différentes couleurs ou semi-transparents compromettent les performances énergétiques. Cependant, grâce aux améliorations apportées au traitement des panneaux et à leur emballage, la diminution des pertes de performances causées par des caractéristiques telles que les couleurs ou la semi-transparence peut être [limité à 10% de perte d'énergie](#)¹⁹, soit environ 2,2% de pertes absolues.



¹⁷ ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/photovoltaics-report.pdf
¹⁸ ijcem.in/wp-content/uploads/2016/06/a-review-comparison-of-silicon-solar-cells-and-thin-film-solar-cells.pdf

¹⁹ iea-pvps.org/key-topics/iea-pvps-15-r07-coloured-bipv-report



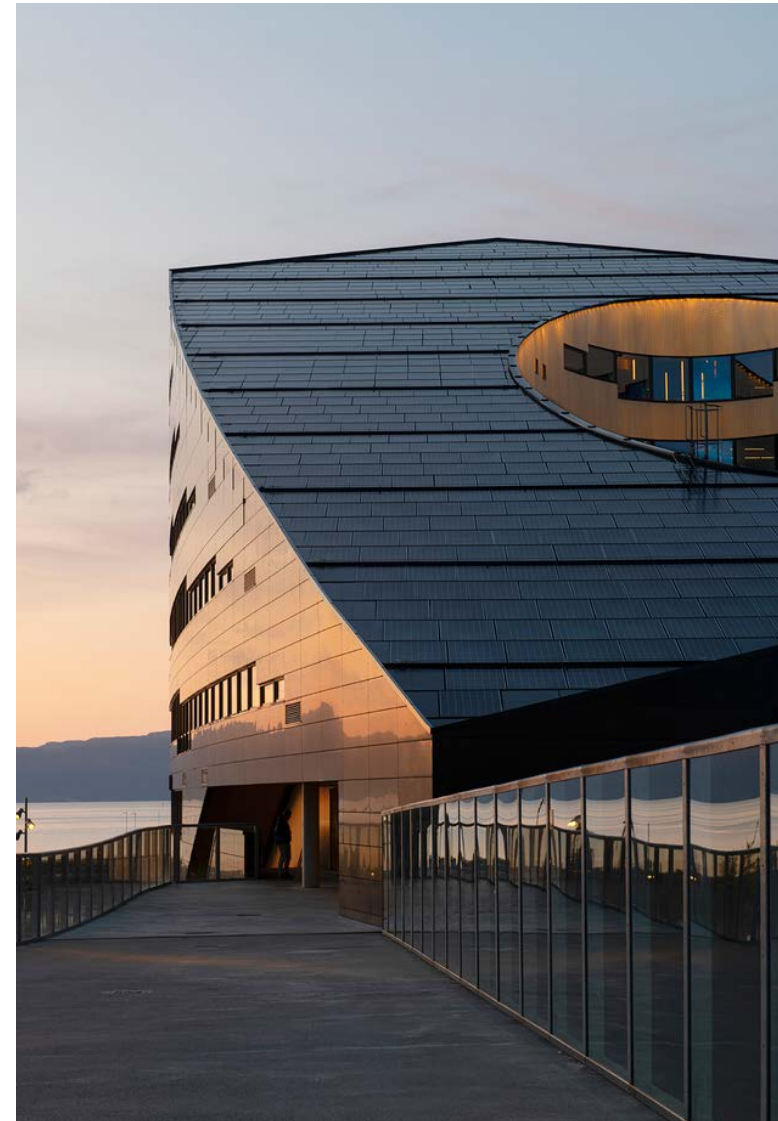
Composants électriques

Les composants électriques comprennent le câblage, les onduleurs CC/CA ou les convertisseurs CC/CC, et les composants auxiliaires tels que les fusibles et les interrupteurs, qui dépendent de la conception du système électrique du bâtiment. Le choix des composants électriques définira la complexité et, par conséquent, le coût du système, ainsi que sa fiabilité et son fonctionnement.

Aujourd'hui, la plupart des bâtiments résidentiels et commerciaux sont équipés de réseaux courant alternatif (CA), alors que le (BI)PV produit de l'électricité en courant continu (CC). D'autres éléments, comme les batteries et certaines charges, utilisent également le CC. Chaque étape de conversion introduit des pertes, que ce soit du CC au CA, du CA au CC ou du CC au CC.

La conversion du courant alternatif au courant continu peut se produire au niveau d'un seul élément photovoltaïque à l'aide de micro-onduleurs ou d'onduleurs de chaîne, qui peuvent également fournir une liaison de courant continu aux batteries. Un système hybride avec des convertisseurs CC distribués et des onduleurs de chaîne peut également être utilisé.

Si les panneaux BIPV sont connectés à un onduleur de chaîne, ils sont plus affectés par les réductions de puissance de sortie causées par un ombrage inégal (par exemple, les nuages) et offrent moins de flexibilité dans la façon dont les panneaux sont positionnés. Les micro-onduleurs ou les optimiseurs de puissance DC/DC offrent plus de flexibilité et peuvent être adaptés aux éléments BIPV préfabriqués plug-and-play. L'intégration a également un impact sur la durée de vie des composants et la capacité de les remplacer. La sélection exacte est un travail d'ingénierie et dépend des [exigences esthétiques, des distances entre les panneaux et l'onduleur, et les besoins de maintenance](#)²⁰.



Projet de centrale électrique Brattørkaia | powerhouse.no. Droits d'auteur: Ivar Kvaal



²⁰ lirias.kuleuven.be/retrieve/537735

Composants de montage

Les composants de montage dépendent de l'application BIPV. Ils garantissent un positionnement sûr des éléments BIPV, une installation facile, la modularité du système et des performances optimales du système. Les systèmes/composants de montage nécessaires à une installation BIPV (par exemple, façade ventilée, puits de lumière, mur-rideau...) diffèrent de ceux requis pour une installation verre/verre classique.



Kaleo | kaleo-solar.ch technologie développée par le CSEM grâce au soutien du BCN | Copyright: CSEM | csem.ch

Composants optionnels

Des composants optionnels peuvent être installés avant ou après l'installation du système BIPV ou peuvent être intégrés à l'élément BIPV préfabriqué. Les composants optionnels dépendent de l'application du système BIPV et peuvent inclure des matériaux isolants, des éléments de construction rigides, des capteurs de température ou de qualité de l'air, etc.

Les solutions BIPV préfabriquées peuvent permettre une installation facile et simple et donc être plus rentable, en particulier lorsque de grandes quantités des mêmes éléments peuvent être produites et installées. Le marché du BIPV doit passer de solutions BIPV sur mesure à une approche de masse rentable, avec une attention particulière portée aux bâtiments et applications ordinaires. Cela implique [l'innovation à différents niveaux](#)²¹, c'est-à-dire en termes de flexibilité et d'automatisation dans la fabrication, la création de produits multifonctionnels pour l'enveloppe du bâtiment, la gestion des processus basée sur la numérisation, les évaluations avancées des performances et les procédures qui soutiennent le marché pour garantir la qualité, la sécurité et la fiabilité.

Les villes et les communes ont un rôle important à jouer dans la transition vers un tel marché de masse, à savoir un rôle de facilitateur et d'exemple. Les grandes sociétés de logement social, qui gèrent de nombreux bâtiments similaires, pourraient inclure le BIPV dans les éléments de rénovation préfabriqués. Cela pourrait accélérer la transition vers un marché de masse et une utilisation plus large du BIPV.

²¹ pv-magazine.com/2019/09/28/the-weekend-read-establishing-a-cost-effective-bipv-sector-in-europe



Enseignements tirés

- ✓ La technologie BIPV comprend différents éléments et choix. Une société d'architecture et une société d'ingénierie sont toutes deux nécessaires pour faire les meilleurs choix.
- ✓ Les pouvoirs publics peuvent jouer un rôle d'exemple et permettre l'accès aux produits BIPV à un large groupe de consommateurs dans un avenir proche.
- ✓ Les recherches en cours sur les technologies TFPV pourraient contribuer à proposer des solutions BIPV plus rentables et offrant une plus grande flexibilité de conception.

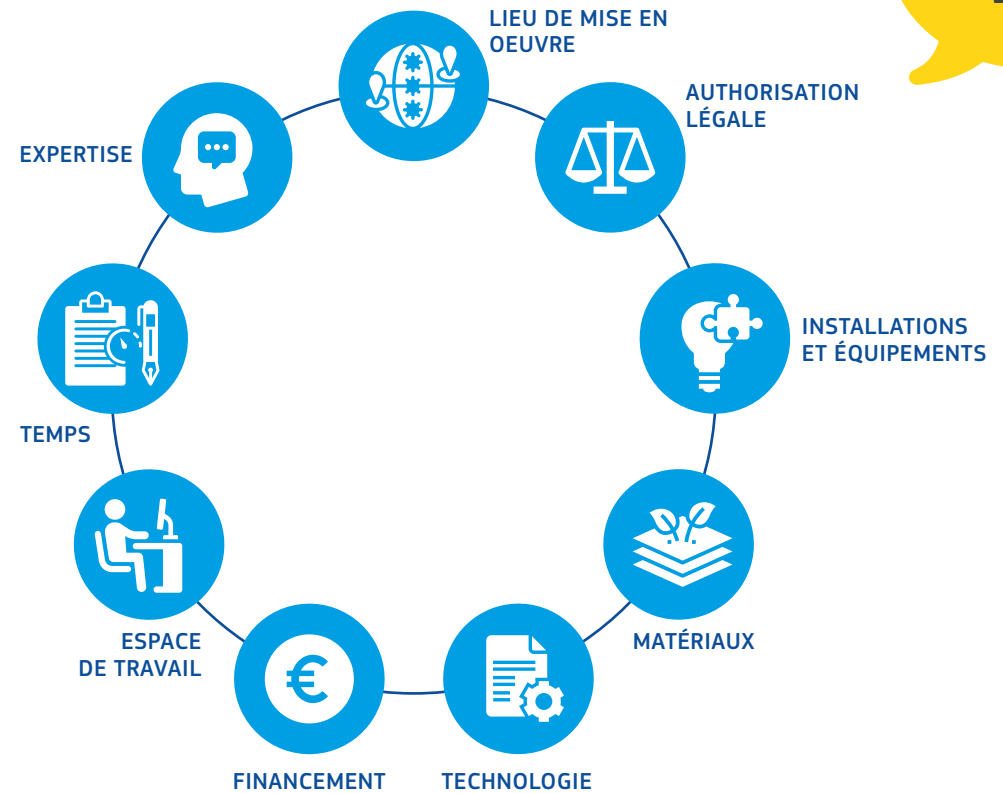


Figure: Carte des conditions récurrentes pour le développement, la mise en œuvre et la réplication des innovations qui doivent être soutenues par les laboratoires vivants urbains. Adapté de l'Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions.

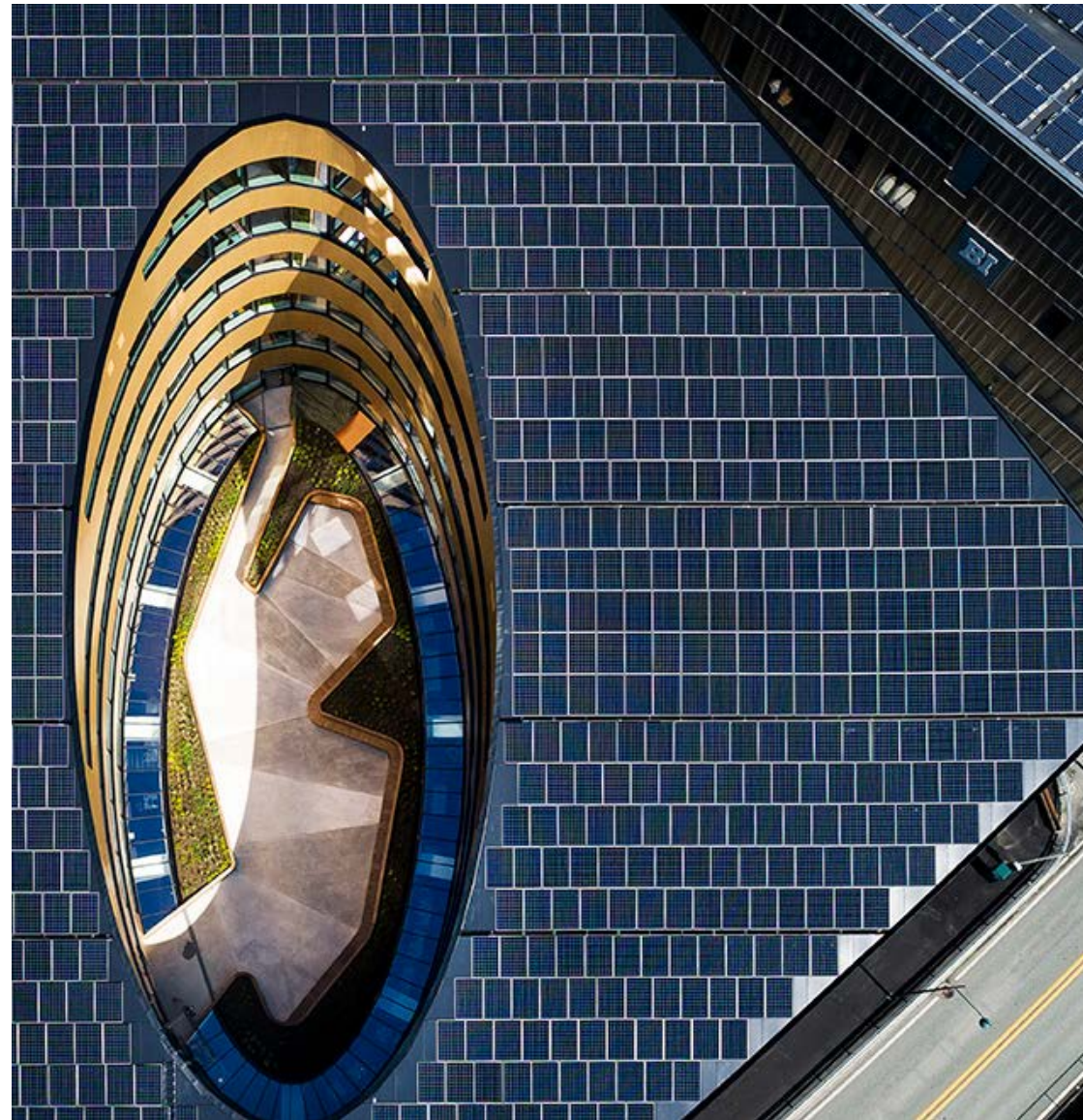


**MODÈLES
COMMERCIAUX
& FINANCEMENT**

MODÈLES COMMERCIAUX & FINANCEMENT

Le BIPV est encore un marché restreint. Au cours des deux décennies précédentes, la motivation pour installer des BIPV n'était pas financière mais principalement écologique, esthétique ou motivée par la recherche.

Cependant, les nouveaux bâtiments doivent être zero-énergie d'ici 2030, et une rénovation à grande échelle est nécessaire dans le cadre de la [Directive sur la performance énergétique des bâtiments \(EPBD\)](#)²². Avec les améliorations de la technologie BIPV, les systèmes BIPV ont désormais des prix comparables à ceux des autres matériaux de [façade nZEB](#)²³. La modernisation des bâtiments aux normes nZEB, comme l'exige la directive EPBD, ne peut pas toujours s'appuyer sur des panneaux photovoltaïques conventionnels installés sur le toit. Par conséquent, la modernisation des bâtiments et l'installation de BIPV peuvent constituer une solution intéressante. Divers modèles de financement, comme pour d'autres systèmes d'énergie renouvelable ou biosourcés, pourraient contribuer à réduire le coût de l'investissement initial.



²² eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?toc=OJ%3AL%3A2018%3A156%3A-TOC&uri=uriserv%3AOJ.L._2018.156.01.0075.01.ENG

²³ pdfs.semanticscholar.org/e7be/2b17275e83d1b901a96d419cec3f0300539c.pdf

Modèles commerciaux possibles

L'installation de BIPV peut être financée par les propriétaires du bâtiment ou en collaboration avec un tiers. La plupart de ces [modèles commerciaux](#)²⁴ ont été développés pour la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables. Elles sont déjà utilisées et comprennent²⁵:

1. Contrat de performance énergétique (CPE)

Un tiers (société de services énergétiques, ESCO) met en œuvre le projet BIPV en tant que service. Dans ce cas, le BIPV peut être proposé avec d'autres services de gestion de l'énergie ou d'efficacité énergétique. L'ESCO est principalement rémunérée en fonction de la production d'énergie ou des économies d'énergie résultant du projet. Le propriétaire du bâtiment ne paie pas l'intégralité des coûts d'investissement du projet et la maintenance est garantie par le tiers pour les bénéfices générés par le projet. En fonction du potentiel du projet, le financement peut être entièrement couvert par les économies dues à la production d'énergie renouvelable.

2. Contrat d'achat d'électricité (CAE)

Il s'agit d'un contrat de fourniture d'électricité à long terme, dans le cadre duquel un tiers conçoit et met en œuvre le projet BIPV. Ainsi, les locataires de l'immeuble utilisent l'électricité du système BIPV pour un prix fixe convenu pendant un certain nombre d'années.

3. Contrat de location

Le tiers met en œuvre le projet BIPV et assume les risques et les coûts du projet. En échange, le propriétaire du bâtiment (privé ou public) loue le système BIPV au tiers pendant un certain nombre d'années pour l'autoconsommation dans des conditions convenues de maintenance et de location.



En proposant une nouvelle perception de l'énergie solaire, la technologie Kaleo pourrait à terme contribuer à l'augmentation des solutions architecturales intégrant des systèmes photovoltaïques.
©COMPÁZ | [compaz.art](#)

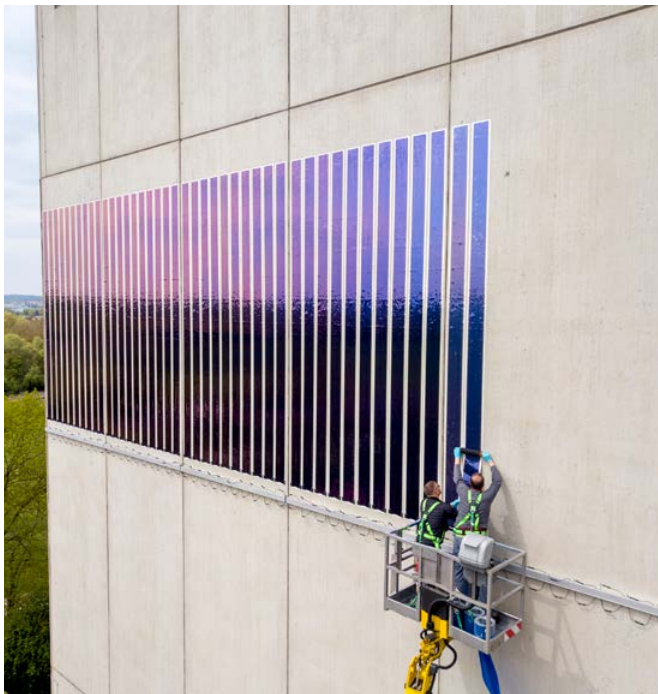
²⁴ iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/02/Inventory_on_existing_business_models_opportunities_and_issues_for_BIPV_by_task_15.pdf

²⁵ Solar Skins: An Opportunity For Greener Cities | etip-pv.eu/publications/etip-pv-publications/download/solar-skins-an-opportunity-for-greener-cities



4. Financement sur factures

Le financement sur facture est identique à un contrat de location, sauf que le tiers est une société de services publics. De cette façon, les propriétaires d'immeubles ne reçoivent qu'une seule facture. La société de services publics prend en charge le risque et le coût du projet BIPV, ainsi que la maintenance pendant un nombre d'années déterminé. Les propriétaires d'immeubles paient moins d'électricité que les factures précédentes en raison des économies d'énergie ou de l'électricité produite par le système BIPV.



Bâtiment avec PV appliqué à Crop Mill. ©Heliatek | [heliatek.com](https://www.heliatek.com) / Innogy ([eon.com](https://www.eon.com))



Système photovoltaïque intégré au bâtiment. ©Argola Solvatec

5. Archés publics écologiques

Ce formulaire est destiné aux bâtiments et structures publics et est utilisé pour les biens, services ou travaux ayant un impact environnemental réduit. Par conséquent, les autorités publiques peuvent exiger la rénovation d'un bâtiment pour répondre aux normes nZEB et inclure le BIPV pour assurer la production d'énergie locale.

Performance financière

En prenant en compte l'analyse des coûts du cycle de vie pour chaque pays de l'UE, la mise en œuvre du BIPV dans l'enveloppe du bâtiment a montré dans l'UE des périodes de retour sur investissement actualisées moyennes de 6 à près de 30 ans. Cette fourchette est due à la différence entre le système BIPV de toiture et le système BIPV de façade installé sur le côté sud, est, ouest ou nord d'un bâtiment. La façade orientée au sud est la plus favorable.

Les chercheurs de l'[Université de Stavanger](#)²⁶ ont récemment évalué la valeur économique du BIPV par rapport aux autres matériaux nZEB. Ils ont conclu que le BIPV offre un retour sur investissement égal ou supérieur en termes d'économies d'énergie, et encore plus si tous les avantages sociétaux et environnementaux (y compris les économies d'émissions) sont pris en compte. Par conséquent, pendant la durée de vie du BIPV, il peut remplir l'objectif de l'enveloppe nZEB et générer des avantages supplémentaires en termes de production d'énergie.

[Des chercheurs de l'Université de Stavanger ont montré](#)²⁷ que l'application du BIPV à la façade nord permettrait probablement de rembourser les coûts d'investissement sur toute sa durée de vie dans presque tous les pays européens.

Orientation et rendement énergétique

Les recherches en cours à [EnergyVille](#)²⁸ se concentrent sur les performances du BIPV sur les façades dans différentes zones climatiques et selon différentes orientations. Les résultats indiquent que l'orientation dépend de la latitude, en raison de la hauteur du soleil et donc de l'angle du rayonnement solaire par rapport à la façade verticale. Par conséquent, comme l'ont indiqué les chercheurs, les régions à faible latitude pourraient avoir besoin d'exploiter les façades ouest et est, en plus de la façade sud. Cela est particulièrement vrai pour les régions de basse latitude, où la demande d'électricité peut augmenter en été, car le rayonnement solaire sur la façade sud diminue en raison des altitudes solaires élevées.

Pour améliorer encore la conception et éviter les résultats sous-optimaux, EnergyVille travaille sur de meilleurs outils de conception et de simulation pour le BIPV. Ces outils seront prochainement mis à la disposition de la communauté des simulateurs de bâtiments et donc des sociétés d'ingénierie.



Social



Économique



Environnemental



©David Christian, Unsplash



²⁶ uis.no
²⁷ sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220310380

²⁸ energyville.be



Enseignements tirés



- ✓ **Les modèles commerciaux existants en matière d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables** peuvent être utilisés pour le BIPV avec des changements mineurs des conditions dues aux spécificités du système.
- ✓ L'installation complexe et longue du BIPV sur site peut être surmontée en **utilisant des éléments BIPV préfabriqués et faciles à installer.**
- ✓ Les systèmes BIPV offrent une efficacité énergétique, une valeur environnementale et sociale qui doivent être monétisées dans **l'analyse du cycle de vie et comparées à d'autres technologies de construction ou matériaux de construction.**



Village solaire à Fribourg, Allemagne. ©Rolf Disch Architecture solaire | rolfdisch.de



**GOUVERNANCE &
RÉGLEMENTATION**

GOVERNANCE & RÉGLEMENTATION

Pour encourager et soutenir la transition vers le développement durable, l'UE a adopté le paquet [Énergie propre](#)²⁹. Dans ce paquet, la **directive sur la performance énergétique des bâtiments**, la **directive sur l'efficacité énergétique**, la refonte de la **directive sur les énergies renouvelables** et la **directive sur le marché de l'électricité** soutiennent toutes le concept de production locale. Les systèmes BIPV ont un rôle clair à jouer à cet égard, en particulier dans les villes. Cependant, le BIPV n'a pas été largement adopté; il reste un marché de niche pour des applications personnalisées et est considéré comme une technologie multisectorielle complexe à mettre en œuvre. Les gouvernements locaux, régionaux et nationaux pourraient jouer un rôle décisif dans la percée du BIPV et donc son accessibilité à un large éventail de clients.

Lectures complémentaires sur la gouvernance

SCIS De l'idée à la brochure de solutions sur la mise en œuvre
smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/solutions/solution-booklet-idea-implementation

Bold City Vision framework
cityxchange.eu/knowledge-base/framework-for-bold-city-vision-guidelines-and-incentive-schemes

The Smart City Guidance Package
eu-smartcities.eu/news/smart-city-guidance-package



²⁹ energy.ec.europa.eu



©Benjamin Jopen, Unsplash

Outre les efforts de planification urbaine et le rôle d'exemple, les gouvernements et les organismes de réglementation pourraient travailler sur et mettre en œuvre des politiques soutenant l'intégration du BIPV:

- Le BIPV combine les caractéristiques d'un appareil électrique et d'un composant de bâtiment. De ce fait, il doit **être conforme aux normes électriques et de construction**. Le BIPV doit donc être conforme aux normes IEC 61215, 61646 ou 61730 – qui sont des normes pour les modules PV – et à la norme EN 50583 parties 1 et 2 – qui évaluent les exigences de travail de base pour les composants de bâtiment et incluent la sécurité incendie, la sécurité d'utilisation, les performances thermiques, l'acoustique, etc.
- Les réglementations de nombreux pays (même au sein de l'UE) ont des **définitions différentes du BIPV**³⁰. De telles variations créent des conditions de marché complexes et coûteuses pour le développement de l'industrie. Des normes **harmonisées et un cadre réglementaire clair** sont nécessaires pour stimuler la mise en œuvre du BIPV.
- Pour simplifier le processus de mise en œuvre du BIPV, les réglementations et procédures BIPV doivent être aussi uniformes que possible dans tous les pays. Toute spécialisation inutile des procédures peut accroître la complexité et les coûts et créer des obstacles.
- La valeur du BIPV dépendant de la production d'énergie renouvelable, l'absence d'une politique claire en faveur de l'**autoconsommation collective** dans les bâtiments constitue un obstacle à la garantie des avantages fondamentaux du système BIPV. Ce problème sera bientôt résolu grâce au concept d'autoconsommation collective au niveau des bâtiments, conformément à la refonte de la directive RED.
- Les compagnies d'assurance sont souvent réticentes à intégrer les produits BIPV, notamment en ce qui concerne la sécurité incendie ou les performances après vieillissement. Des recherches et des tests sont donc nécessaires pour renforcer la confiance. Des **polices d'assurance appropriées** doivent également être élaborées pour garantir la sécurité du fonctionnement et de la maintenance des systèmes BIPV et réduire les risques pour les propriétaires de bâtiments ou les investisseurs tiers.
- Une attention particulière doit être accordée à l'intégration de modules BIPV dans les **projets de rénovation**, car les conditions existantes pourraient changer considérablement et de nouveaux risques d'incendie pourraient survenir sur le site.
- Les initiatives qui fournissent des **solutions préfabriquées et faciles à installer (plug-and-play)** par l'intermédiaire d'associations de logements communautaires ou sociaux offrent des économies d'échelle à l'industrie et une plus grande certitude aux citoyens et aux investisseurs.



³⁰ ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentId=080166e5c36a19c8&appId=PPGMS



**ENSEIGNEMENTS
GÉNÉRALES TIRÉS**

ENSEIGNEMENTS GÉNÉRALES TIRÉS

- ✓ Les villes et les municipalités ont le potentiel de contribuer à une adoption plus large du BIPV grâce à **des projets pilotes et à une large couverture médiatique**.
- ✓ La diffusion des informations sur les meilleures pratiques et les enseignements tirés devrait se faire par le biais **d'initiatives telles que Covenant of Mayors et Energy Cities**.
- ✓ Les villes et les municipalités devraient évaluer les **emplacements optimaux pour la production d'énergie renouvelable** dans leurs quartiers et districts, et inclure le BIPV comme technologie potentielle.
- ✓ **Une meilleure formation et une meilleure sensibilisation** des architectes, du secteur de la construction, des installateurs, des investisseurs, des gouvernements locaux, des utilisateurs finaux et des communautés peuvent considérablement stimuler l'adoption du BIPV.

- ✓ **La communication** entre les différentes parties prenantes devrait être facilitée pour une mise en œuvre plus efficace des systèmes BIPV.
- ✓ **Les éléments BIPV préfabriqués** peuvent réduire considérablement la complexité et les coûts d'installation et de mise en œuvre.
- ✓ La **conception et la sélection des composants électriques et de montage** sont importantes pour obtenir un système BIPV fiable et performant. Des modèles sont en cours de développement et des sociétés d'ingénierie sont prêtes à apporter leur aide.

- ✓ **La technologie à base de silicium s'est améliorée** au fil des ans, offrant **différentes couleurs et tailles**, tandis que le PV en couche mince offre une plus grande **flexibilité de conception** et des options d'intégration avec des solutions **légères, flexibles et semi-transparentes**.
- ✓ Plusieurs **modèles de financement** peuvent être utilisés, comme pour d'autres projets d'investissement dans la production d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique.
- ✓ Outre la production d'énergie et l'efficacité énergétique, le BIPV **offre des avantages environnementaux et sociétaux** qui devraient être pris en compte lors des comparaisons du cycle de vie des solutions de construction.





**DOCUMENTS
UTILES**

DOCUMENTS UTILES

Base de données BIPV³¹

Plateforme BIPV historique avec une base de données de plus de 250 exemples et produits³²

L'une des plateformes les plus visitées et référence du secteur³³

IEA PVPS Task 15 sur BIPV³⁴

- [Development of BIPV Business Cases](#)³⁵, 2020;
- [Analysis of requirements, specification and regulations of BIPV](#)³⁶, 2019;
- [Coloured BIPV: Market, Research and Development](#)³⁷, 2019;
- [International definition of BIPV](#)³⁸, 2018.

Publication de Solar Power Europe “[Solar Skins: An Opportunity for Greener Cities – Solar Power Europe](#)”³⁹ 2019;

Architecture solaire: [Best practices and examples](#)⁴⁰;

Publication de l'IRENA “[Future of Solar Photovoltaics](#)”⁴¹ 2019;

[Build Up](#)⁴² – Portail européen pour l'efficacité énergétique des bâtiments;

[Energiesprong](#)⁴³ - UE – Rénovation d'un bâtiment communautaire en nZEB;

[Hiber atlas](#)⁴⁴ - Rénovation de bâtiments historiques;

IEA Photovoltaik (PVPS) Tâche 15: [Bauwerkintegrierte Photovoltaik](#)⁴⁵

31 bipv.eurac.edu

32 bipv.ch

33 solararchitecture.ch

34 iea-pvps.org/publications

35 iea-pvps.org/key-topics/development-of-bipv-business-cases-guide-for-stakeholders

36 iea-pvps.org/key-topics/analysis-of-requirements-specifications-regulation-of-bipv

37 iea-pvps.org/key-topics/iea-pvps-15-r07-coloured-bipv-report

38 iea-pvps.org/key-topics/international-definitions-of-bipv

39 energetica21.com/images/ckfinder/files/Solar_Skins_An_opportunity_for_greener_cities_report.pdf

40 solararchitecture.ch

41 irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Nov/IRENA_Future_of_Solar_PV_2019.pdf

42 buildup.eu

43 energiesprong.org

44 hiberatlas.com

45 nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/schriftenreihe-2019-60-iea-pvps-task-15.pdf



Projects:

Increase

» www.increaseipv.eu

SPHINX

» sphinxproject.eu

MASS-IPV

» massipv.eu

BeSmart

» www.besmartproject.eu

PVsites

» www.pvsites.eu

BIPV Boost

» www.bipvboost.eu

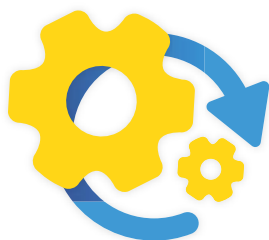
Dem4BIPV – Development of innovative educational material for BIPV

» www.dem4bipv.eu

Smart Cities Marketplace

Smart Cities Marketplace est une initiative majeure soutenue par la Commission européenne, qui rassemble des villes, des industries, des PME, des investisseurs, des chercheurs et d'autres acteurs des villes intelligentes.

Smart Cities Marketplace offre un aperçu des bonnes pratiques européennes en matière de villes intelligentes, vous permettant d'explorer l'approche qui pourrait convenir à votre projet de ville intelligente.



Rencontres

Smart Cities Marketplace propose des services et des événements aux villes et aux investisseurs pour créer et trouver des propositions de villes intelligentes bancables en utilisant notre réseau d'investisseurs et en publiant des appels à projets.

[Réseau d'investisseurs](#)

[Appel à candidatures – Services de jumelage](#)

[Masterclass sur le financement de projets](#)



Groupes de discussion et de réflexion

Les groupes de discussion sont des collaborations travaillant activement sur un défi commun lié à la transition vers les villes intelligentes.

Les groupes de discussion sont des forums où les participants peuvent échanger des expériences, coopérer, se soutenir et discuter d'un thème spécifique.

[Groupes de discussion et de réflexion](#)

[Communauté](#)



Villes évolutives

Une initiative menée par les villes qui apporte un soutien à grande échelle et à long terme aux villes et aux projets impliqués dans les projet Horizon 2020 Smart Cities and Communities.

[Villes évolutives](#)



BROCHURE DE SOLUTIONS SUR LE PV INTÉGRÉ AU BÂTIMENT

Smart Cities Marketplace 2025

Smart Cities Marketplace est géré par la Direction générale de l'énergie de la Commission européenne