



Commission
européenne



PV ET BATTERIE LIVRET DE SOLUTIONS

Smart Cities Marketplace 2023

Smart Cities Marketplace est géré par la direction générale de l'énergie
de la Commission Européenne

L'ÉNERGIE



| | |
|--------------------------------|---|
| Editeur | Smart Cities Marketplace © Union européenne, 2023 |
| Complété en | Novembre 2023 |
| Auteur | Smart Cities Marketplace est géré par la direction générale de l'énergie de la Commission Européenne smart-cities-marketplace.ec.europa.eu European Commission DG ENER |
| La version 2023 est écrite par | Lorenz Van Damme (Think E) |
| La version 2020 est écrite par | Han Vandevyvere (VITO / EnergyVille), Egon Troch (Think E) |
| Traduction de l'anglais | Quentin De Clerck (Think E) |
| Conception graphique | Agata Smok agata@think-e.be (Think E) |
| Image de couverture | Getty Images Kaspars Upmanis, Unsplash |
| Police de caractères | EC Square Sans Pro |
| Avis de non-responsabilité | © Union européenne, 2023 La politique de réutilisation de la Commission est mise en œuvre par la Commission Décision 2011/833/UE du 12 décembre 2011 relative à la réutilisation des documents de la Commission (JO L 330 du 14.12.2011, p. 39). Sauf indication contraire, la réutilisation de ce document est autorisée en vertu de la Licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Cela signifie que la réutilisation est autorisée, à condition qu'un crédit approprié soit accordé et que toute modification soit indiquée. Pour toute utilisation ou reproduction d'éléments qui ne sont pas la propriété de l'UE, il peut être nécessaire de demander l'autorisation 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'utilisation qui pourrait être faite des informations qu'il contient. |

| | |
|--|-----------|
| Quoi et pourquoi ? | 5 |
| Contexte de la ville | 7 |
| Aspects sociétaux et utilisateurs | 10 |
| Soutien aux parties prenantes et engagement des citoyens | 10 |
| Enseignements tirés | 11 |
| Spécifications techniques | 13 |
| Description - composants du système | 13 |
| Panneaux photovoltaïques (PV) | |
| Utilisation d'un système de stockage d'énergie par batterie | |
| Applicabilité | |
| Sélection, dimensionnement et conception du système de batteries | |
| Bases techniques | 17 |
| Système photovoltaïque | |
| Batterie | |
| Combinaisons PV-batterie | |
| Enseignements tirés | 19 |
| Lessons learned | 20 |
| Modèles économique et financement | 23 |
| Description - modèles économique possibles | 23 |
| Indicateurs de performance économique | 24 |
| Coût total de possession (CTP) et retour sur investissement (RSI) | |
| Possibilités de reproduction et conditions limites | 26 |
| Enseignements tirés | 27 |
| Gouvernance et réglementation | 29 |
| Description - obstacles liés à la gouvernance et à la réglementation | 29 |
| Mesures de soutien à la reproduction | 30 |
| Enseignements tirés | 31 |
| Enseignements généraux | 33 |
| Documents utiles | 35 |

La Smart Cities Marketplace est une initiative soutenue par la Commission européenne qui rassemble **des villes, des industries, des PME, des investisseurs, des banques, des chercheurs et d'autres acteurs actifs dans le secteur climatique, et des villes intelligentes**. Le réseau d'investisseurs de Smart Cities Marketplace est un groupe croissant d'investisseurs et de fournisseurs de services financiers qui recherchent activement des projets climatiquement neutres et des projets de villes intelligentes.

Le Smart Cities Marketplace compte des milliers d'adeptes dans toute l'Europe et au-delà, dont beaucoup se sont inscrits en tant que membres. Leurs objectifs communs sont les suivants **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 les objectifs en matière d'énergie et de climat**.

Découvrez les possibilités, donnez forme à vos idées de projet et concluez un accord pour lancer votre solution Smart City ! Si vous souhaitez nous contacter, veuillez utiliser info@smartcitiesmarketplace.eu

**QU'EST-CE QUE
LE SMART CITIES
MARKETPLACE ?**

**QUELS SONT LES
OBJECTIFS DU
SMART CITIES
MARKETPLACE ?**

**À QUOI PEUT
VOUS SERVIR LE
SMART CITIES
MARKETPLACE ?**



**QUOI ET
POURQUOI ?**

Quoi et pourquoi ?

L'objectif global de la transition du système électrique est d'augmenter la part des sources d'énergie renouvelables dans les bâtiments et les quartiers. Le déploiement à grande échelle de panneaux photovoltaïques (PV) et de systèmes de stockage d'énergie par batterie (SSEB) joue un rôle important dans cette perspective.

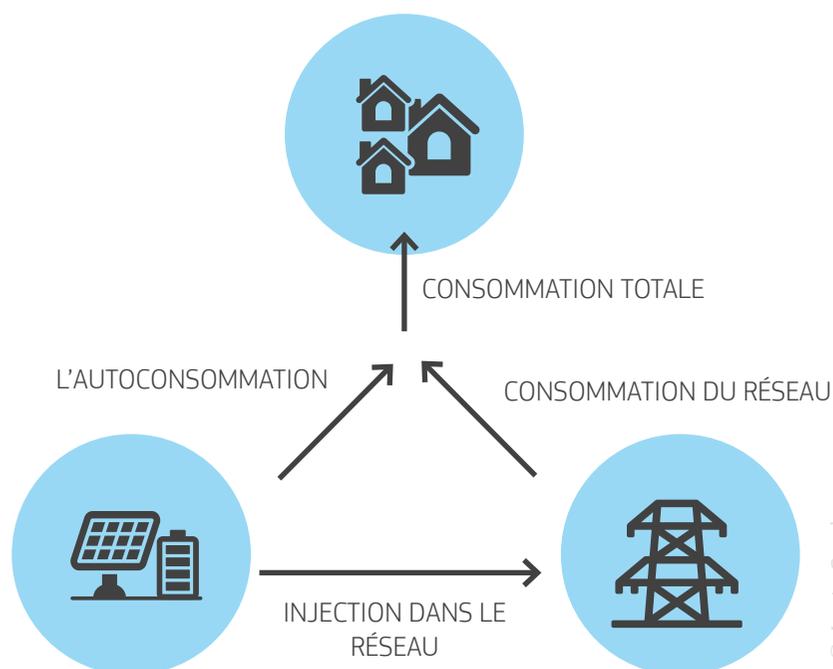
Les panneaux photovoltaïques produisent de l'électricité renouvelable et les batteries peuvent la stocker pour les moments où l'on a besoin d'électricité mais où elle n'est pas disponible à partir d'une production renouvelable. Cette combinaison augmente considérablement **la part des énergies renouvelables** dans la consommation d'électricité et contribue donc à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Les panneaux photovoltaïques et les batteries permettent non seulement de réduire la consommation d'énergie du réseau, mais aussi de contrôler les pics de demande d'électricité et le moment de la consommation et de l'injection d'électricité dans le réseau. Ils jouent ainsi un rôle important dans la **stabilisation du réseau**, la réduction des pertes et d'éviter des coûts liés à l'augmentation de la capacité du réseau pour faire face à l'augmentation de la demande et de l'injection d'électricité. Ils peuvent contribuer à réduire les pannes locales et garantir la disponibilité de l'électricité en cas de panne.

Les panneaux photovoltaïques et les batteries permettent aux consommateurs finaux de **réduire leurs coûts d'électricité** et de diminuer considérablement leur dépendance à l'égard des fluctuations des prix de l'électricité.

En outre, les batteries ne doivent pas toujours être des dispositifs fixes installés dans une maison ou une entreprise. Avec la popularité croissante des voitures électriques, le nombre de ménages disposant d'un système de batteries dans l'allée a augmenté en conséquence. Ces batteries de voiture sont des candidats de choix pour stocker l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques et fournir des services au réseau.

Les batteries et les onduleurs photovoltaïques ont la capacité d'améliorer la qualité de l'énergie du réseau, ce qui prolonge la durée de vie des appareils électriques.





**CONTEXTE
DE LA VILLE**

Contexte de la ville

D'une manière générale, on s'attend à une **augmentation de la consommation d'électricité**. Non seulement les gens utilisent de plus en plus d'appareils électriques (smartphones, tablettes, etc.), mais l'électrification du chauffage (avec des **pompes à chaleur**) et de la mobilité (voitures électriques, **e-bus**, **e-bikes**, etc.) devrait accroître la demande d'énergie.

L'augmentation de la consommation d'électricité et **l'augmentation de la production décentralisée d'électricité** posent des défis au réseau qui est souvent dimensionné en fonction d'un nombre réduit de connexions, d'une consommation plus faible et d'une production d'électricité centralisée top-down.

Le défi est d'autant plus grand que l'électricité n'est pas nécessairement produite en même temps qu'elle est consommée. En l'absence de mesures d'accompagnement, cela pourrait entraîner des **problèmes de congestion** et une baisse de la qualité de l'électricité, ce qui peut réduire la durée de vie des appareils électriques et provoquer des pannes de courant. Cela limite également la part d'énergie renouvelable qu'il est possible d'atteindre.

Ces problèmes sont de **caractère locale** et peuvent survenir dans n'importe quelle rue ou quartier de toutes les villes et municipalités. En raison du caractère local de ce défi, les villes et les municipalités qui sont mieux informées et qui promeuvent les solutions de manière ciblée seront moins confrontées aux conséquences des problèmes de congestion.

L'une des solutions déjà mises en œuvre, spécifiquement pour réduire les problèmes de surtension, s'appelle l'effacement de la consommation électrique (curtailment). Il s'agit d'arrêter les onduleurs solaires à une certaine tension avant qu'elle n'atteigne des niveaux susceptibles d'endommager les appareils connectés au réseau. Toutefois, cette mesure a pour inconvénient que, lors des journées ensoleillées dans les quartiers dotés d'un grand nombre d'installations solaires, la production sera inférieure au potentiel théorique.

L'une des mesures cruciales pour relever ce défi consiste **à déplacer certaines demandes d'électricité dans le temps** afin de les aligner au maximum sur la production d'électricité renouvelable. C'est ce que l'on appelle la **flexibilité**.

Grâce à la gestion de la demande, la consommation de certains appareils peut être déplacée dans le temps sans que le consommateur final n'ait à changer de comportement, comme les pompes à chaleur pour le chauffage des locaux ou la production d'eau chaude sanitaire, la climatisation, le chauffage des piscines, les véhicules électriques, etc. Cependant, certains appareils ne sont pas flexibles par nature, comme l'électricité pour la cuisine, le repassage, le séchage des cheveux, etc.

À l'avenir, une tarification plus dynamique de l'électricité peut inciter financièrement les citoyens et les entreprises à modifier leur consommation d'énergie, car la consommation d'énergie à un moment de la journée sera plus chère qu'à un autre.



Pour en savoir plus : [E-BUS Solution Booklet](#) et smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/

La demande d'électricité augmentera :



APPAREILS



CHAUFFAGE



VEHICULES

Le photovoltaïque et les batteries permettent d'utiliser l'électricité produite à partir de sources renouvelables pour des appareils dont la demande ne peut pas être facilement déplacée dans le temps. En stockant l'électricité produite par les panneaux solaires dans la batterie lorsque la demande d'électricité est faible, le réseau n'est pas surchargé par l'injection d'une trop grande quantité d'électricité lorsque le soleil brille. Plus tard dans la soirée, l'électricité de la batterie peut être utilisée à la place de l'électricité du réseau lorsque tout le monde consomme de l'électricité en même temps, alors qu'il n'y a plus d'énergie renouvelable disponible. De cette manière, l'équilibre du réseau est garanti et la part des sources d'énergie renouvelables dans le mix électrique peut être augmentée.



Pour en savoir plus : [Electric Vehicles et the Grid](https://electricvehiclesandthegrid.com/) et smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/



EFFORT COLLECTIF



RETOURS ENVIRONNEMENTAUX



Afin d'améliorer la qualité de l'électricité et la part des énergies renouvelables et de réduire davantage les coûts de l'électricité, les personnes et les organisations raccordées à la même ligne électrique peuvent s'organiser en **communauté énergétique locale** (LEC).



RETOURS ÉCONOMIQUES



RETOURS SOCIAUX





**ASPECTS
SOCIÉTAUX ET
UTILISATEURS**

Aspects sociétaux et utilisateurs

Soutien aux parties prenantes et engagement des citoyens

Les panneaux photovoltaïques sont généralement bien acceptés par la société. Le public comprend qu'ils sont importants pour augmenter la part des énergies renouvelables et réduire la dépendance à l'égard des combustibles fossiles. Les panneaux photovoltaïques sont installés et entretenus par la main-d'œuvre locale et, par conséquent, profitent à l'économie locale.



L'adoption effective par le marché de petites **batteries** au niveau des bâtiments et des quartiers, accuse des retards par rapport aux prévisions. Outre le prix et le retour sur investissement potentiel, le manque d'information et de compréhension de la technologie de la part des consommateurs finaux et des décideurs freine la mise en œuvre.

Certaines évolutions devraient renforcer l'engagement des parties prenantes

- ✓ L'augmentation attendue du marché des panneaux photovoltaïques intégrés aux bâtiments (PVIB) contribue également à l'acceptation sociale car ils constituent une barrière visuelle moindre.
- ✓ Le partage ou la location d'un espace de toit (public) facilite la participation à des projets PV, généralement sous la forme de communautés énergétique.

Dans la réglementation actuelle, les batteries de quartier paient les tarifs standard du réseau, alors que leur objectif est de soutenir le réseau en matière de congestion et de qualité de l'énergie. Dans les réseaux où il n'est pas possible d'aller plus loin, les batteries de quartier bien contrôlées pourraient faire partie de la solution.



Lorsqu'il s'agit de systèmes de stockage d'énergie par batterie, il est essentiel de respecter toutes les mesures de sécurité requises pour le transport, l'installation et l'utilisation du type de batterie choisi.

Comme pour tout autre appareil, ces mesures de sécurité sont conçues pour protéger le consommateur final.

Enseignements tirés

Pour réaliser le déploiement des installations photovoltaïques et des batteries, l'acceptation sociale des solutions est très importante, en particulier **dans les zones résidentielles** :



- ✓ **Prendre des mesures en faveur de l'engagement des clients.** Prenez le temps d'expliquer le concept, ce que les clients peuvent attendre et écoutez leurs préoccupations.
- ✓ **Tenez compte** du fait que le niveau de confort des ménages concernés doit être garanti à tout moment.
- ✓ **Maximiser la simplicité** du système photovoltaïque et de la batterie. Le système le plus simple est celui qui ne nécessite pas d'interactions de la part de l'utilisateur.
- ✓ **Limiter les visites à domicile** en exigeant des technologies et des systèmes de gestion testés, robustes et gérables à distance en cas de problème.



- ✓ **Sélectionner les partenaires avec soin.** Par exemple, le partenaire qui doit se rendre dans les maisons pour le service à la clientèle doit avoir de l'expérience dans ce domaine afin de minimiser les inconvénients pour les utilisateurs finaux. Exigez un temps de réponse rapide en cas de problème.
- ✓ **Dans le cadre de la collaboration** avec les autorités locales, il peut être utile de faire appel à un expert juridique pour l'installation d'une batterie de quartier. Si le lien avec la législation est bien établi, les autorités locales peuvent se sentir plus à l'aise pour approuver le projet.
- ✓ **Le délai de livraison des systèmes de stockage** d'énergie par batterie peut être long. La commande doit être passée longtemps à l'avance afin de respecter les étapes du projet. Gardez cela à l'esprit lorsque vous planifiez le projet.



Simplicité



Meilleure technologie



Engagement des clients



Confort non-stop



Experts juridiques



Bonne planification



Les meilleurs experts



Testé, robuste et gérable à distance en cas de problème



↑ © Han Vandevyvere

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES



↑ © Han Vandevyvere

Spécifications techniques

Description - composants du système

Panneaux photovoltaïques (PV)



Dans la plupart des cas, les panneaux sont installés **sur les toits**.

Pour résister aux forces du vent, les panneaux doivent être bien fixés ou stabilisés à l'aide de ballasts. Dans tous les cas, il convient de s'assurer que le toit peut supporter le poids supplémentaire.

Étant donné que l'espace urbain est très précieux et que l'aspect visuel des panneaux photovoltaïques standard sur les toits peut, dans certains cas, être indésirable, de plus en plus de types de **panneaux photovoltaïques intégrés aux bâtiments (PVIB)** sont mis au point. Des exemples sont les tuiles, les panneaux flexibles, pliables, translucides et/ou colorés.

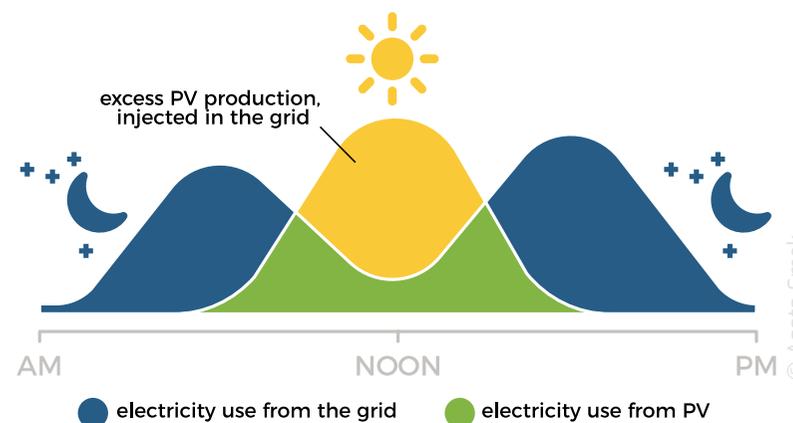
La **production d'électricité** dépend de la quantité, de la taille et de l'efficacité des panneaux, mais aussi de l'emplacement, de l'orientation et de l'angle. Comme les panneaux produisent de l'électricité à partir du rayonnement solaire, l'électricité n'est produite que pendant la journée. En été, la production est nettement plus importante qu'en hiver en raison du plus grand nombre d'heures d'ensoleillement par jour. Cependant, pendant les journées chaudes, la production solaire est limitée car l'efficacité des panneaux solaires diminue à des températures élevées. Les panneaux photovoltaïques disponibles sur le marché ont un rendement de 15 à 23 %.

Dans la plupart des installations, un onduleur convertit le courant continu (CC) variable du panneau solaire en courant alternatif (CA) avant que l'électricité ne soit utilisée. En combinaison avec des batteries, y compris celles des véhicules électriques, la conversion DC/DC de l'onduleur des panneaux solaires vers une voiture électrique est désormais possible.

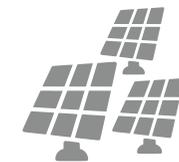


Lorsque la demande d'électricité du bâtiment dépasse la production photovoltaïque, le surplus de demande est fourni par le réseau.

Lorsque la production photovoltaïque dépasse la demande d'électricité, l'excédent de production peut être injecté dans le réseau.



La production d'électricité dépend de :



QUANTITÉ ET TAILLE



EFFICACITÉ



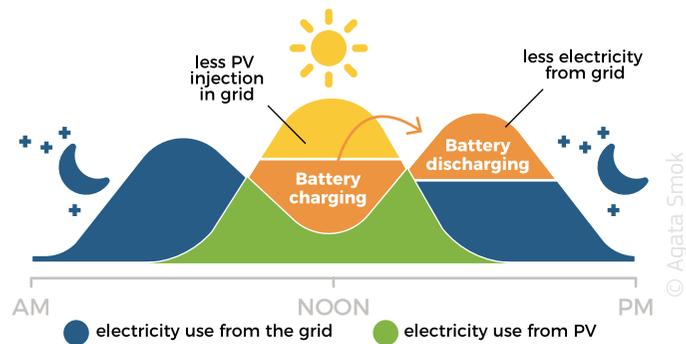
LOCATION



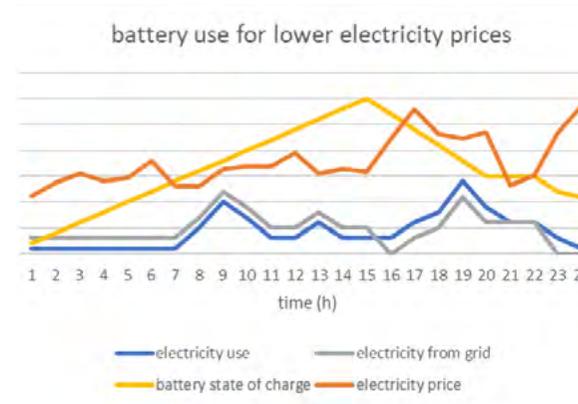
L'ORIENTATION ET L'ANGLE

Utilisation d'un système de stockage d'énergie par batterie

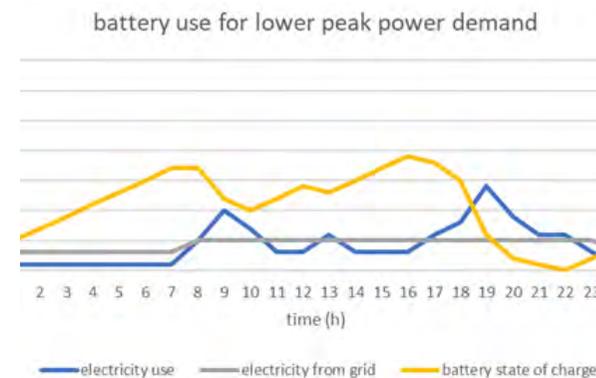
Dans l'idéal, les batteries sont utilisées pour stocker de l'électricité quotidiennement. Elles conviennent donc parfaitement pour charger l'électricité lorsque la production d'électricité renouvelable est supérieure à la demande d'électricité et pour la décharger lorsque l'on a besoin de plus d'électricité que celle qui peut être produite à partir des énergies renouvelables. En combinaison avec les panneaux photovoltaïques, la batterie augmente le degré d'autosuffisance et d'autoconsommation.



Lorsque la production photovoltaïque est faible, les batteries peuvent également être chargées avec de l'électricité provenant du réseau lorsque les prix sont bas, ce qui permet de disposer d'un surplus d'électricité venant du réseau (probablement de l'électricité provenant de sources renouvelables). Cette électricité peut alors être utilisée lorsque les prix de l'électricité sont élevés. Cela peut améliorer à la fois l'analyse de rentabilité et la part des énergies renouvelables dans la région. Il convient de noter que pour cette analyse de rentabilité, la différence entre le prix le plus élevé et le prix le plus bas doit être au moins plus importante que les coûts du réseau.



Une autre façon d'utiliser les batteries est de réduire la demande de pointe et, par conséquent, d'utiliser une connexion au réseau plus petite. Pour ce faire, la batterie est chargée pendant la production photovoltaïque (excédentaire) et pendant les moments de faible consommation d'électricité. En cas de forte consommation, la batterie peut être déchargée.



Lorsque la qualité de l'énergie sur le réseau est médiocre ou même pendant les pannes, la batterie peut être utilisée pour garantir la disponibilité et la qualité de l'énergie à l'intérieur du bâtiment (entièrement ou pour les fonctions vitales uniquement), améliorant ainsi le confort et prolongeant la durée de vie des appareils intérieurs.

Applicabilité

Les systèmes photovoltaïques et les batteries ont la plus grande valeur ajoutée dans les bâtiments ou les quartiers où un nombre élevé d'appareils électriques et/ou un grand nombre de panneaux photovoltaïques provoquent des problèmes de congestion et de tension sur la ligne électrique.

Mais aussi, dans les quartiers où il n'y a pas de problèmes de capacité du réseau, l'énergie photovoltaïque et les batteries peuvent contribuer à augmenter la part d'énergie renouvelable et à équilibrer le réseau à l'échelle nationale. La solution peut être appliquée à un seul bâtiment, à un ensemble d'immeubles comprenant plusieurs locataires et même à l'échelle d'une communauté énergétique (système de batteries de quartier).

Étant donné qu'un système photovoltaïque en toiture peut rendre plus complexe l'isolation ultérieure du toit, il est conseillé, dans la plupart des cas, d'effectuer l'isolation du toit avant d'installer cette solution. La même remarque vaut pour les autres parties du bâtiment lors de l'installation de panneaux PVIB.



Il est parfaitement possible d'ajouter un système de batteries à un système photovoltaïque existant pour obtenir le même résultat.

Les batteries consomment de l'énergie pour fonctionner, même lorsqu'elles ne se chargent pas ou ne se déchargent pas. C'est la raison pour laquelle une **système de gestion de batterie (BMS)** est nécessaire pour constamment surveiller l'état de la batterie et les éventuels besoins de refroidissement ou de chauffage. Pour des raisons de sécurité, les cellules des batteries doivent être maintenues à certaines températures de fonctionnement.



Il existe d'autres moyens intéressants d'apporter de la flexibilité au réseau :

- pompes à chaleur pour le chauffage
- production d'eau chaude sanitaire
- climatiseur
- pompes à chaleur pour piscines
- véhicules électriques (dans le cadre d'un système [véhicule-réseau](#))

Ces dispositifs flexibles peuvent apporter une contribution complémentaire et permettre de choisir une batterie plus petite, ce qui est bénéfique pour la faisabilité du projet.

L'énergie photovoltaïque et les batteries conviennent parfaitement pour déplacer les charges sur une base horaire, voire journalière.

Il n'est cependant pas adapté pour :

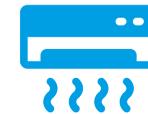
- le stockage saisonnier. En raison des pertes et du nombre limité de cycles par an, la production photovoltaïque de l'été ne peut être stockée jusqu'à l'hiver.
- fluctuations sur une base de secondes. Certains appareils (par exemple les micro-ondes) ont un profil d'utilisation de l'électricité très instable, ce qui entraîne une pollution du profil du réseau. Ce phénomène ne peut être résolu par les batteries, mais devrait l'être par une meilleure conception des appareils.



POMPES À CHALEUR



L'EAU CHAUDE



CLIMATISEUR



POMPES À CHALEUR POUR PISCINES



VÉHICULES ÉLECTRIQUES

Sélection, dimensionnement et conception du système de batteries

Une grande variété de types de batteries est disponible sur le marché. Ils diffèrent par leur chimie, leur taille, leur capacité, leur densité énergétique, leur efficacité, leur durée de vie, l'impact de leur production sur l'environnement, leur taux de charge et de décharge, etc. En raison de ces différences, chaque type de batterie a ses propres forces et faiblesses et le choix de la batterie dépend fortement de l'application pour laquelle elle est utilisée.

En fonction du profil électrique du projet, il convient de sélectionner la bonne capacité énergétique de la batterie (kWh) et la puissance de l'onduleur (kW) et de choisir une batterie monophasée ou triphasée. Pour ce faire, des mesures sont nécessaires pour déterminer la pointe de demande de puissance, le profil de consommation d'électricité, le profil de production d'électricité et les charges qui sont déjà flexibles et qui peuvent être déplacées dans le temps sans l'utilisation d'une batterie.

La plupart des ménages européens étant déjà équipés d'un compteur intelligent, il devrait être possible d'extraire au moins le profil actuel de la consommation d'énergie et les pointes de demande d'électricité. Il convient de noter que ces données sont généralement collectées sur une période plus longue (par exemple, 15 minutes), et qu'il est donc possible de passer à côté d'importantes et brèves pointes de consommation d'énergie. Il est donc conseillé de procéder à une étude approfondie des appareils installés.

Comme ces choix peuvent avoir un impact important sur les performances du système, la faisabilité et la sécurité de l'installation, il est conseillé de faire appel à un bureau d'études et à un installateur expérimenté.



Les batteries consomment de l'énergie pour fonctionner, même lorsqu'elles ne chargent pas ou se déchargent. C'est pourquoi un système de gestion de la batterie (BMS) est nécessaire pour surveiller en permanence l'état de la batterie. En outre, les cellules des batteries ont certaines températures de fonctionnement entre lesquelles elles doivent être maintenues pour des raisons de sécurité ; il peut donc être nécessaire de les chauffer ou de les refroidir.



Pour en savoir plus : [Building Integrated PV](https://building-integrated-pv.europa.eu/insights/) et smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/



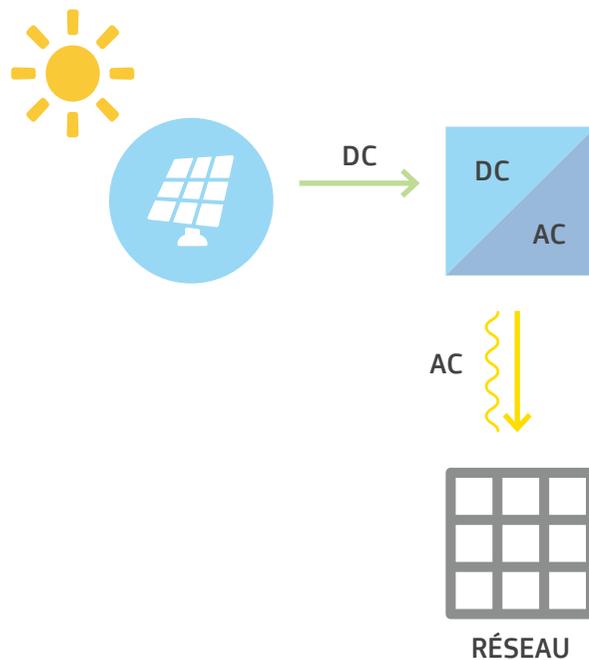
↑ © Justin Lim

Bases techniques

Système photovoltaïque

Dans un système photovoltaïque (PV), les panneaux solaires convertissent les rayons du soleil en énergie.

Cette énergie est du courant continu (CC). Pour pouvoir l'utiliser avec des appareils ménagers ordinaires ou la renvoyer au réseau, nous devons la convertir en courant alternatif (CA). Cette conversion s'effectue dans l'onduleur. L'électricité CA générée ici peut être envoyée au réseau.

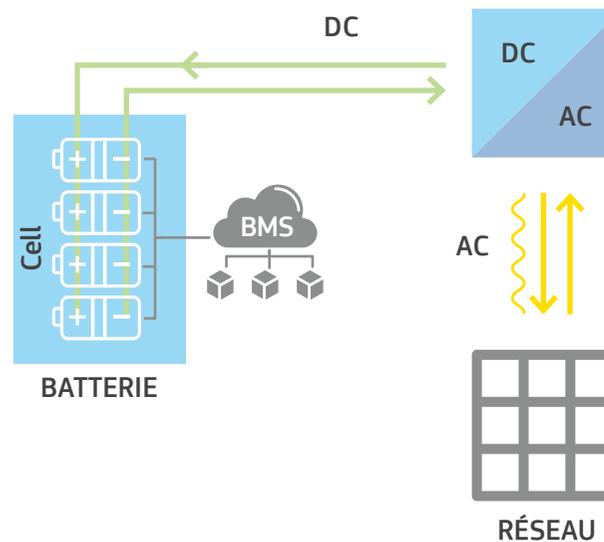


© Agata Smok

Batterie

Le cœur d'un système de batterie est la cellule de la batterie. Elle peut stocker de l'énergie chimiquement.

Plusieurs de ces cellules de batterie sont combinées pour former une batterie. La batterie contient également un **système de gestion de la batterie (BMS)**. Ce système surveille l'état des cellules de la batterie (tension, température,...) pour maintenir la batterie dans sa fenêtre de fonctionnement. Il peut également communiquer avec l'onduleur pour réduire le courant tiré de la batterie si nécessaire. Une batterie délivre du courant continu pour pouvoir l'utiliser sur le réseau, elle doit être convertie en courant alternatif. C'est ce que fait l'onduleur. Le courant alternatif généré par l'onduleur peut être utilisé sur le réseau.



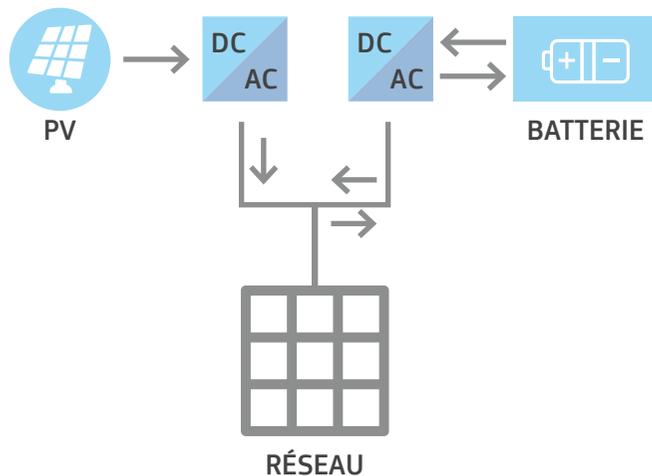
© Agata Smok

Combinaisons PV-batterie

Il existe deux façons courantes de combiner les systèmes photovoltaïques et les systèmes de batteries :

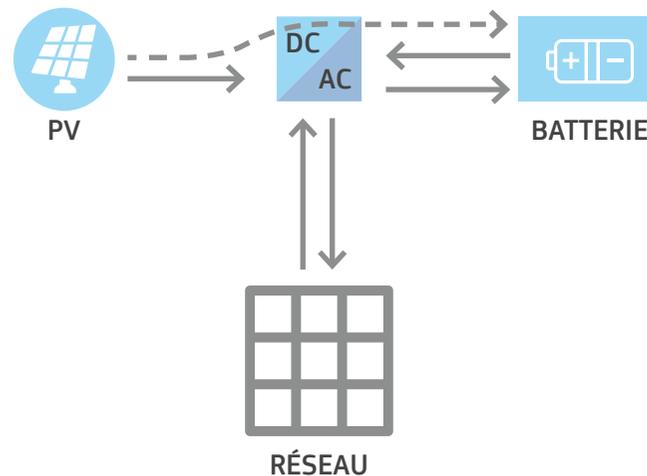
Situation A

L'énergie provenant des panneaux solaires et l'énergie provenant de la batterie sont converties de courant continu en courant alternatif. Cette option est plus facile à mettre en œuvre s'il existe déjà une installation solaire à laquelle on ajoute une batterie. L'inconvénient d'un tel système est que l'énergie provenant des panneaux solaires et de la batterie est convertie du courant continu en courant alternatif et du courant alternatif en courant continu. Chacune de ces conversions entraîne des pertes car les onduleurs ne fonctionnent pas à 100 % de leur efficacité.



Situation B

Dans ce cas, les panneaux solaires et le système de batterie sont connectés au même onduleur. L'énergie peut désormais circuler non seulement entre les panneaux solaires et le réseau ou entre la batterie et le réseau, mais aussi des panneaux solaires à la batterie sans qu'il soit nécessaire d'effectuer une conversion en courant alternatif. L'énergie circulant des panneaux solaires vers la batterie nécessitera cependant toujours une conversion DC/DC, car les panneaux solaires et la batterie ne fonctionnent pas au même niveau de tension.



Enseignements tirés

✓ Le marché des systèmes de batteries n'est pas encore totalement développé.

Cela peut entraîner plusieurs problèmes :

- Certains fabricants de systèmes de batteries n'ont pas encore de produit répondant aux attentes en matière de fonctionnalité, de qualité et de robustesse.
- Certains fabricants n'ont pas encore de distributeur dans tous les États membres, ce qui fait que les batteries ne sont pas disponibles partout.
- Le service clientèle fourni par les fabricants est actuellement très limité. Cela pose le problème de l'entretien et de la réparation.
- Certains fabricants vendent même des batteries de mauvaise qualité, alors qu'ils prétendent qu'il en est autrement.

✓ Pour faire face à ces problèmes, certaines mesures peuvent être prises :

- Soyez critique lors de l'achat d'une batterie et ne vous fiez pas aux publicités. Demandez des références, visitez des sites, demandez un essai de démonstration, demandez à être présent lors de l'installation, etc. Tenez compte du fait qu'il peut s'écouler plusieurs mois avant que le produit ne soit livré.
- Prévoir des plans d'urgence dès la phase initiale du projet.
- Réaliser une étude de marché sur les technologies disponibles, les composants et les fournisseurs alternatifs.
- Fixer les contrats avec le fabricant de batteries, y compris des pénalités en cas de retard et des échéances de paiement.

Lessons learned



Outre la batterie elle-même, l'intégration dans une infrastructure nouvelle ou existante constitue également un défi important :

- Sur mesure : les caractéristiques du réseau étant différentes dans chaque contexte, les systèmes doivent être conçus séparément pour chaque cas.
- Interopérabilité : comme de nombreux appareils proviennent de fabricants différents, la communication entre eux peut être difficile.
- Il existe encore peu de solutions prêtes à l'emploi.



Le succès de l'intégration du matériel et des TIC dépend donc fortement des éléments suivants :

- Le niveau d'interopérabilité des différents dispositifs et systèmes d'un projet.
- Les connaissances et l'expérience des fournisseurs de technologie et des concepteurs du système global.
- Jusqu'à présent, les organisations disposant de ce type d'expertise sont très limitées. Soyez critique et demandez des références.
- Impliquer le fabricant des batteries dans le démarrage du projet et préciser très clairement le champ d'application dans le contrat.
- Dans le cas d'un projet pionnier, tous les éléments doivent être testés au préalable.

Exemple pratique 1

Pour les connexions triphasées, il est important de choisir les bons produits et de les connecter à la bonne phase.

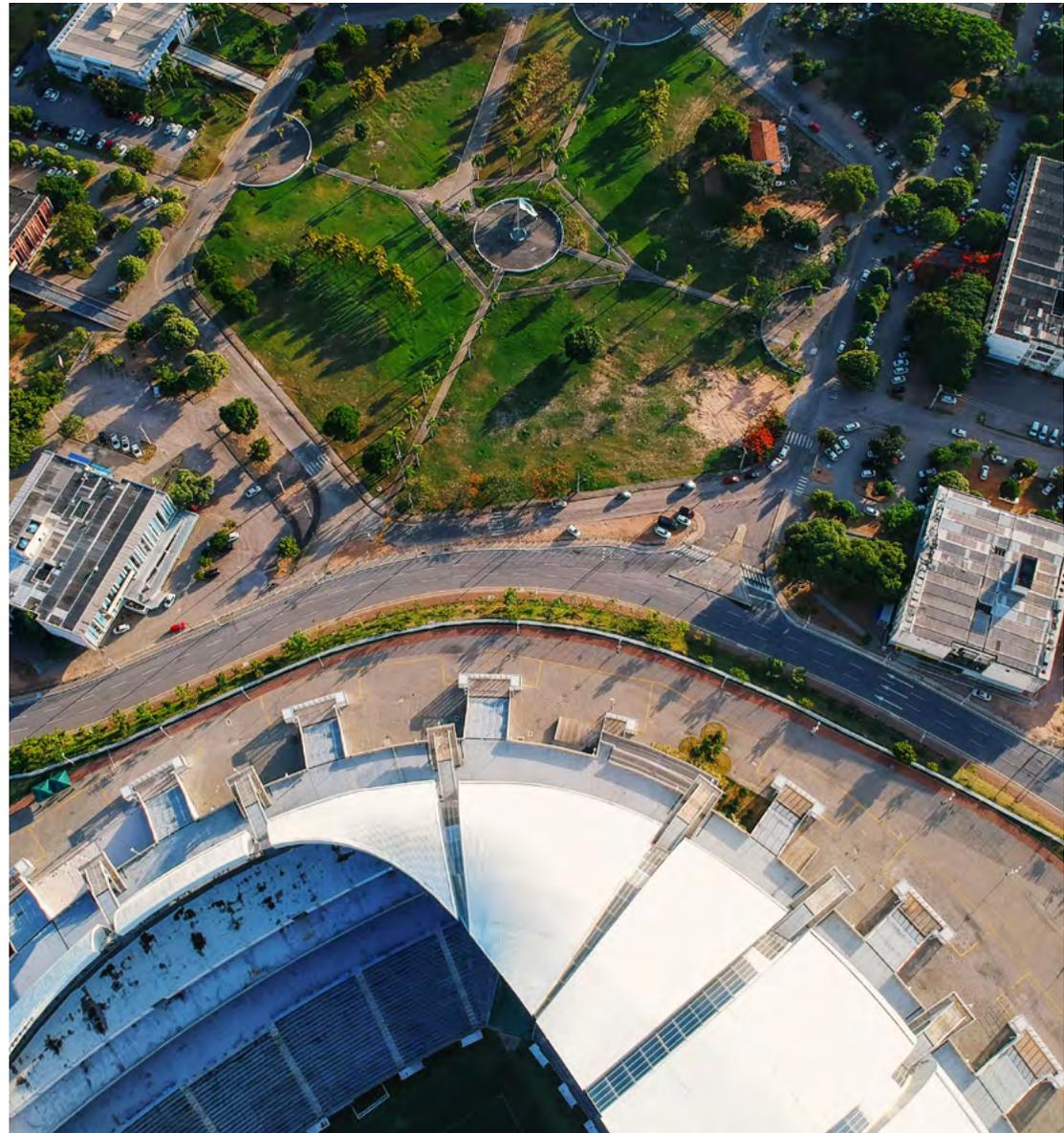
Si ce n'est pas le cas, l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques peut être entièrement injectée dans le réseau sur une phase, tandis que la batterie est entièrement chargée avec l'électricité du réseau sur une autre phase, ce qui double la pression sur le réseau au lieu de la réduire. La même remarque vaut pour la décharge de la batterie afin d'utiliser l'électricité pour les appareils électriques du bâtiment. Par conséquent, lorsqu'il existe une connexion triphasée, il convient d'envisager de connecter le système photovoltaïque et les batteries aux trois phases. Si ce n'est pas le cas, l'impact et le stress sur chacune des phases augmentent jusqu'à ce que l'alimentation soit prise en compte.

EXEMPLE PRATIQUE

Exemple pratique 2

Les questions de sécurité concernant les bâtiments à phases multiples devraient être abordées. Un parc de batteries monophasées couplé à l'une des trois phases d'un bâtiment permet à l'onduleur de découpler cette phase du réseau. Lorsque la batterie est vide, il n'y a plus de courant sur cette phase. Les appareils dotés d'une connexion triphasée sont alors connectés à deux phases alimentées et à une phase non alimentée. Ce scénario n'est pas sûr et peut causer des dommages. Si un seul groupe de batteries triphasées est couplé aux trois phases, ce risque n'existe pas - avec trois groupes de batteries monophasées, il existe.

EXEMPLE PRATIQUE



↑ © Pedro Menezes



MODÈLES ÉCONOMIQUE ET FINANCEMENT

Modèles économique et financement

Description - modèles économique possibles

Plusieurs moyens peuvent être utilisés pour générer des revenus avec un système photovoltaïque avec batterie :

- Charge lorsque la production d'électricité renouvelable est élevée, décharge lorsqu'elle est faible ;
- Minimiser les pics de demande d'électricité afin de réduire la charge sur le réseau ;
- Minimiser la consommation lors des pics de demande sur le réseau.

Le mode d'utilisation d'un système photovoltaïque avec batterie dépend fortement de la réglementation et des incitations en place, des besoins du réseau local et peut varier d'une région à l'autre.



La **faisabilité économique du système photovoltaïque avec batterie** est définie par les coûts et les revenus provenant de l'interaction avec le réseau. Mais aussi les coûts évités pour l'augmentation de la capacité du réseau et de la durée de vie des

appareils ont un impact important. Les barèmes de prix et les incitations peuvent varier d'une région à l'autre et d'un consommateur à l'autre. Par conséquent, la faisabilité économique des batteries doit être déterminée pour chaque projet séparément.

L'analyse de rentabilité d'une installation de panneaux photovoltaïque couplée de batteries peut être encore améliorée par l'utilisation d'un tarif dynamique, s'il est disponible. La production solaire en elle-même ne se combine pas bien avec les tarifs dynamiques, puisque, en général, les moments où la production d'énergie solaire est la plus importante sont ceux où les prix de l'énergie sont les plus bas. Une batterie peut être utilisée pour stocker l'énergie solaire jusqu'à ce que les prix augmentent à nouveau. Les tarifs dynamiques deviennent plus intéressants lorsque d'autres options de flexibilité, telles que les systèmes de chauffage, sont également incluses.

Lorsque le propriétaire du bâtiment, le système photovoltaïque et de stockage d'énergie par batterie et les utilisateurs du bâtiment sont tous les mêmes, le **modèle économique** est simple car les coûts et les bénéfices appartiennent à la même personne/famille/entreprise. Cependant, lorsque la structure du propriétaire est différente, des accords clairs doivent être conclus et officialisés. Lorsqu'une certaine échelle est atteinte, une Société de Services Énergétiques (SSE) peut être envisagée pour développer le système.



Pour en savoir plus : [Urban Freight Logistics](https://ec.europa.eu/insights/urban-freight-logistics-solution-booklet) et smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/



Pour en savoir plus : [Building Envelope Retrofit](https://ec.europa.eu/insights/building-envelope-retrofit-solution-booklet) et smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/

Indicateurs de performance économique

Coût total de possession (CTP) et retour sur investissement (RSI)

Le coût total de possession donne une estimation des coûts et bénéfices directs et indirects sur une certaine période.

Le retour sur investissement indique le gain ou la perte résultant d'un certain investissement par rapport à cet investissement.

Les coûts à prendre en compte sont les suivants :

1. Coût de l'investissement :
 - a. Matériaux et installation des panneaux photovoltaïques, de l'onduleur et connexion à l'installation électrique,
 - b. Matériaux et installation du système de batteries et connexion à l'installation électrique
2. Coûts d'entretien :
 - a. Pour les panneaux photovoltaïques c'est généralement très limité. Le nettoyage est une forme possible d'entretien des installations photovoltaïques. Le besoin de nettoyage dépend toutefois fortement de l'environnement local. Dans les environnements poussiéreux avec peu de pluie, le nettoyage est régulièrement nécessaire pour conserver l'efficacité, alors que dans d'autres environnements avec peu de poussière et une pluie abondante, le nettoyage peut être totalement inutile. L'inclinaison des panneaux a également une influence sur les besoins de nettoyage.
 - b. Le système de batterie lui-même ne nécessite généralement pas d'entretien spécifique..



COÛT DE L'INVESTISSEMENT



COÛT DE MAINTENANCE



REPLACEMENT DE L'ONDULEUR

3. Remplacer l'onduleur tous les 10 à 12 ans :
 - a. Remplacement de la batterie après sa durée de vie (voir ci-dessous),
 - b. Frais d'assurance supplémentaires (le cas échéant),
 - c. Contribution au recyclage.

La durée de vie des panneaux photovoltaïques est d'environ 25 à 30 ans, même si une diminution progressive de l'efficacité d'environ 0,3 à 1 % par an est attendue.

La durée de vie des batteries diffère d'un projet à l'autre, car elle dépend fortement :

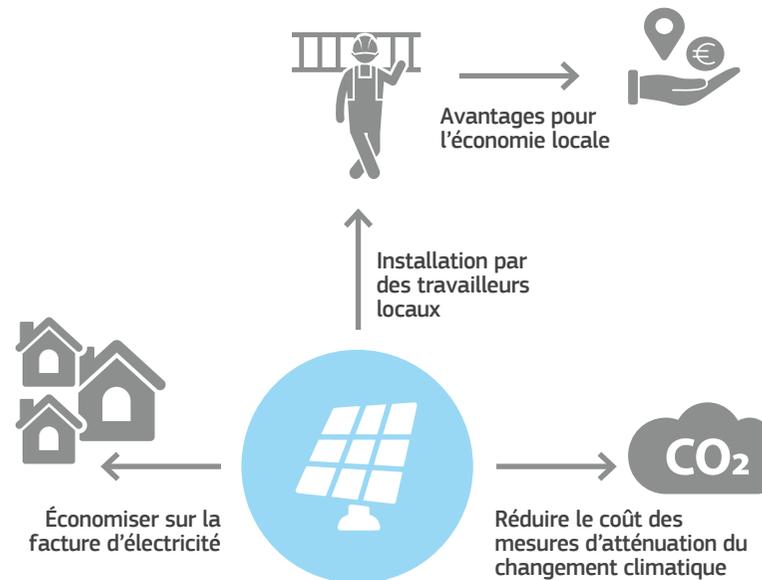
- Type de batterie,
- Le mode d'utilisation des batteries (nombre de cycles, profondeur moyenne de décharge, etc.),
- Les conditions de conservation des batteries (température, humidité, etc.).

Les revenus proviennent de :

- Réduction de la consommation d'électricité (kWh) provenant du réseau,
- Réduction de la demande de puissance de pointe (kW) du réseau,
- Électricité injectée dans le réseau,
- Assurer la flexibilité du réseau en déplaçant la consommation et l'injection d'électricité dans le temps (cela diminue la pression sur le réseau, ce qui permet d'éviter les coûts liés à l'intensification du réseau),
- Moins de dommages aux appareils intérieurs grâce à l'amélioration de la qualité de l'électricité,
- Soutien du gouvernement.

En fonction de la région, des subventions et/ou des systèmes de remboursement sont disponibles. Ceux-ci peuvent avoir un impact significatif sur la faisabilité et le dimensionnement de l'installation. Quelques exemples :

- **Compensation** : l'électricité livrée au réseau peut être extraite de la consommation annuelle d'énergie figurant sur la facture. La quantité d'énergie qui peut être extraite de la consommation d'énergie est limitée à la quantité d'électricité prélevée sur le réseau,
- **Redevance de rachat**,
- **Subventions**,
- etc.



© Agata Smok

Comptabilisation des bénéfices primaires et secondaires



Pour les administrations publiques, il convient de noter que les panneaux photovoltaïques sont installés et entretenus par des travailleurs locaux, et profitent donc à l'économie locale. En outre, elles contribuent à réduire les coûts des mesures d'atténuation du changement climatique. Les économies réalisées vont donc bien au-delà des économies réalisées sur la facture d'électricité.



↑ © Kateryna Hliznitsova, Unsplash

Possibilités de reproduction et conditions limites

Le potentiel de reproduction de cette solution est maximal lorsque la simultanéité entre la production des panneaux photovoltaïques et la consommation d'électricité est limitée et que les fluctuations du prix de l'électricité pour le consommateur final sont importantes. Quelques cas courants :

- Dans un **immeuble résidentiel** où les enfants vont à l'école et les parents au travail, la production solaire sera plus importante que la consommation d'électricité pendant les heures de bureau. Cependant, lorsqu'elle est associée à des batteries, l'électricité peut être stockée afin d'être utilisée pour cuisiner, nettoyer, laver, éclairer et regarder la télévision le soir.
- Le profil d'un **immeuble de bureaux** présente une plus grande simultanéité avec le profil de la production photovoltaïque. La plupart du temps, la 
- L'électricité produite par les panneaux photovoltaïques peut être utilisée directement dans les immeubles de bureaux. En particulier en hiver, mais aussi en automne et au printemps, il n'y a que peu ou pas de production photovoltaïque excédentaire. Il est donc plus difficile de trouver une solution économiquement viable pour les systèmes de batteries dans les immeubles de bureaux ou les centres d'affaires.
- En fonction du profil de la consommation d'électricité et du potentiel de production photovoltaïque, le passage d'un seul bâtiment à un groupe de bâtiments ou à un quartier peut apporter des avantages supplémentaires (notamment en termes de qualité de l'énergie). 

- Les entreprises qui souhaitent garantir leurs activités peuvent envisager d'utiliser des batteries comme source d'alimentation de secours. Dans ce cas, l'onduleur est déjà acheté en tant qu'élément de l'alimentation de secours. L'extension du parc de batteries d'une telle installation pour permettre d'optimiser l'utilisation de l'énergie photovoltaïque et de bénéficier d'une tarification dynamique pourrait être bénéfique pour l'entreprise.

De nouveaux accords de marché, fournisseurs de services, accords contractuels, etc. doivent être développés. Il convient de noter que les barrières réglementaires concernant les conditions de soutien et les taxes ont également un impact important sur l'analyse de rentabilité. À l'heure actuelle, la plupart des États membres **ne disposent pas de systèmes de rémunération pour les services fournis par les batteries**. Cette situation devrait évoluer rapidement au cours des prochaines années. Offrir de la flexibilité au réseau est, après tout, un service précieux. Les batteries devront toutefois rivaliser avec d'autres dispositifs, tels que les pompes à chaleur, qui peuvent également offrir de la flexibilité à un coût d'installation moindre, étant donné que ces dispositifs sont souvent déjà en place.



↑ © Getty images

Enseignements tirés

En analysant la synergie entre le solaire résidentiel et les batteries, Solar Power Europe a montré que le solaire résidentiel et le stockage en Europe ont augmenté de 44 % pour atteindre 140 000 unités installées en 2020. C'est la première fois que plus de 100 000 systèmes de stockage ont été installés en Europe sur une période de 12 mois, la capacité d'installation annuelle atteignant également l'échelle du GWh pour la première fois, et posant un nouveau jalon dans la transition énergétique européenne.

La période où les compagnies d'assurance d'habitation freinaient l'installation, où les systèmes de batteries domestiques étaient trop peu nombreux et pas assez avancés, et où les installateurs manquaient d'expérience, semble révolue. De plus en plus de systèmes automatisés et prêts à l'emploi sont proposés, et plusieurs d'entre eux sont prêts à offrir des services de flexibilité au marché avec les batteries agrégées.

Alors que les batteries domestiques sont de plus en plus courantes, les batteries de quartier restent un élément rare. Une exemption potentielle du tarif de réseau n'est pas évidente. Il existe plusieurs solutions avec lesquelles la batterie de quartier doit rivaliser, notamment la flexibilité offerte localement par le biais de pompes à chaleur, de véhicules électriques et de batteries domestiques, ainsi que les investissements dans l'infrastructure de réseau renforcée. Dans le premier cas, il s'agit d'appareils déjà installés et, par conséquent, le revenu généré par la flexibilité est une valeur ajoutée et non une nécessité.

Dans le deuxième cas, c'est-à-dire des câbles plus épais et des sous-stations rénovées, ces solutions sont actuellement plus rentables et s'accompagnent d'une garantie opérationnelle plus élevée, dans la plupart des contextes européens. Les batteries de quartier ne sont donc pas encore une solution compétitive, sauf dans le cas de réseaux spécifiques encombrés qui n'offrent aucune marge de manœuvre pour l'extension de l'application du réseau.



↑ © Los muertos crew, Pexels



**GOUVERNANCE ET
RÉGLEMENTATION**

Gouvernance et réglementation

Description - obstacles liés à la gouvernance et à la réglementation

Le European Clean Energy Package a créé de la place pour les batteries et les consommateurs actifs dotés d'appareils intelligents. Cependant, il manque une législation et une réglementation qui stimulent la demande de services de flexibilité. Des marchés de la flexibilité ouverts et transparents permettraient toutefois d'améliorer l'analyse de rentabilité des batteries domestiques, en favorisant l'émergence de nouveaux modèles commerciaux innovants.

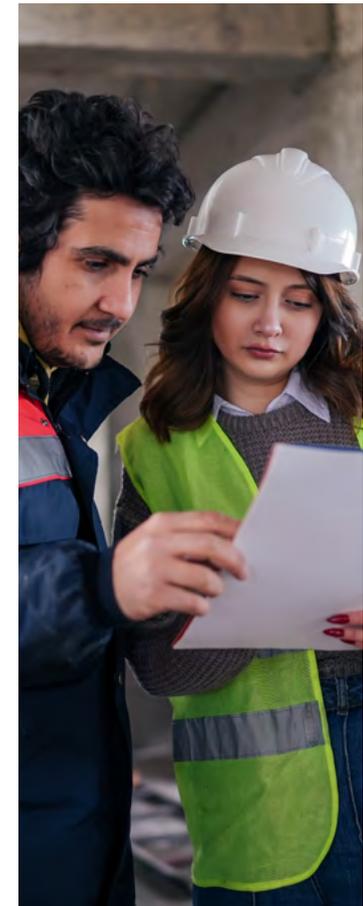
Bien que le paquet "énergie propre" ait amélioré le cadre de mise en œuvre des batteries, il reste encore des étapes à franchir :

- L'ouverture du marché de la flexibilité permettrait d'améliorer l'analyse de rentabilité et de réduire la demande de subventions ;
- Le recyclage des batteries doit encore être étendu, afin de garantir la réutilisation des matériaux précieux contenus dans ces systèmes ;
- Pour réduire la dépendance de l'Europe à l'égard des importations, la recherche sur les technologies de batteries alternatives est une première étape. Permettre à ces technologies d'être testées dans le cadre de projets pilotes dans l'environnement de la construction est une autre étape nécessaire ;

- Afin de mieux comprendre le potentiel des systèmes de stockage résidentiels en tant que contributeurs à la congestion du réseau, il est nécessaire d'avoir une meilleure vue d'ensemble de leur localisation et une norme de communication globale sur la manière de les activer pour les services de réseau ;
- Pour les collectivités locales situées dans des zones où la pénétration de l'énergie photovoltaïque est en augmentation et où l'application et l'extension du réseau posent des problèmes, un cadre de soutien pour l'énergie photovoltaïque résidentielle peut être mis en place.

La communauté de Sonnen, Allemagne

Sonnen a été l'une des premières entreprises à proposer des batteries domestiques bien conçues et bien étudiées, tournées vers l'avenir. Les batteries, installées dans toute l'Allemagne, peuvent être connectées de manière coordonnée. Cette capacité de stockage agrégée, combinée à une sélection d'actifs de production, permet à Sonnen d'opérer en tant que fournisseur sur le marché allemand de l'énergie. Elle génère des revenus pour les propriétaires de batteries Sonnen qui ont décidé de participer. En cumulant les revenus issus de l'autoconsommation de leur propre production photovoltaïque et la participation aux activités de fournisseur d'énergie de Sonnen, ils améliorent l'analyse de rentabilité de leur système de stockage domestique.



Mesures de soutien à la reproduction

La procédure administrative pour l'installation d'un système photovoltaïque et d'un système de batteries et pour la collecte des bénéfices est complexe. Dans certains États membres, ces procédures peuvent prendre jusqu'à 6 mois ou plus avant d'être approuvées, si elles existent. Il est absolument nécessaire de mettre en place un cadre réglementaire clair à tous les niveaux de l'administration. Toutes les parties prenantes impliquées dans le processus d'approbation devraient disposer de lignes directrices claires sur les exigences et la manière de les vérifier.

Les critères d'approbation doivent être clairs, transparents et pertinents. Le délai d'approbation ne doit pas être trop long afin que la **procédure ne devienne** pas un obstacle en soi.



Une **vision et une approche à long terme** claires vers un système énergétique sans carbone basé sur les énergies renouvelables devraient permettre une politique sans ambiguïté et une communication claire.

En outre, il ne faut pas sous-estimer le rôle du gestionnaire de réseau de distribution dans la facilitation de cette transition, et donc dans l'intégration des panneaux photovoltaïque et des batteries. Toutes les batteries domestiques ne sont pas forcément pertinentes, nécessaires ou rentables. Cependant, avec l'augmentation de la pénétration des énergies renouvelables et la nécessité de réduire la dépendance à l'égard des importations de carburants fossiles, combinées à la poursuite de l'électrification, la flexibilité à tous les niveaux est nécessaire.



Des **informations claires, sans ambiguïté et faciles à trouver** sur la technologie doivent être mises à la disposition de toutes les parties prenantes. Il s'agit des consommateurs finaux, des investisseurs, des installateurs, etc. Ces informations doivent également être de très bas niveau, car la plupart des gens n'ont pas de connaissances techniques, en particulier en ce qui concerne les batteries. Il est important d'informer le consommateur final sur les aspects affectant l'efficacité et le dimensionnement correct du système combiné PV-stockage en fonction du profil de la demande résidentielle et des autres actifs flexibles, afin de s'assurer que l'intérêt pour les systèmes de stockage d'énergie domestiques ne diminue pas.

Il convient d'encourager l'innovation de systèmes intégrés **permettant de gérer tous les actifs flexibles de manière interactive avec le réseau**. Ces systèmes combinés automatiseront l'ensemble des actifs flexibles derrière le compteur et pourront éviter les charges de pointe, tout en fournissant des services de gestion spécifiques pour réduire l'effacement de la consommation électrique et assurer un fonctionnement harmonieux du réseau. Les systèmes intégrés peuvent en outre combiner la flexibilité d'un véhicule électrique avec d'autres actifs flexibles et peuvent même rendre l'ajout d'une batterie domestique inutile dans certains cas.

Tous les bâtiments résidentiels n'ont pas besoin d'un système de stockage. La coopération avec l'opérateur du réseau de distribution permettra de concentrer l'aide et les campagnes d'information sur les zones où l'on s'attend à ce que la congestion du réseau se produise en premier, et où l'effacement régulier de la consommation peut déjà être une réalité. Une telle approche peut s'avérer pertinente lorsqu'une aide financière est disponible, mais elle ne permettrait pas de soutenir un grand nombre de systèmes. L'augmentation de l'installation de batteries domestiques dans les réseaux congestionnés ne profitera pas seulement à ceux qui peuvent s'offrir des systèmes de stockage, mais réduira également l'effacement de la consommation électrique des installations photovoltaïques des autres consommateurs de la région.

Enseignements tirés

Chaque pays a sa propre réglementation en matière de sécurité pour le transport, les incendies, le recyclage, etc. Les **réglementations en matière de sécurité devraient être normalisées dans tous les pays de l'UE** afin de réduire le travail administratif et d'améliorer l'efficacité des formations en matière de sécurité.

Cela signifie qu'une entreprise qui transporte des batteries d'un État membre à l'autre doit satisfaire aux exigences de tous les États membres qu'elle traverse, ce qui augmente les frais administratifs et les coûts pour le client final.

Pour le transport, l'installation et l'utilisation, des **règles de sécurité doivent être élaborées séparément pour chaque type spécifique de chimie de batterie**, d'application et d'emplacement. Dans la plupart des États membres, les règles de sécurité ne sont pas encore suffisantes. Souvent, l'expérience acquise avec un type de batterie a conduit à l'élaboration de règles de sécurité qui sont utilisées pour tous les types de batteries. Cela signifie que pour certains types de batteries, certaines exigences peuvent être trop strictes. Mais cela signifie également que pour certains types de batteries, les exigences de sécurité ne sont pas assez rigoureuses. Des recherches sont nécessaires pour établir des exigences de sécurité adéquates pour chaque type de batterie (y compris les batteries de seconde vie).



Les autorités locales et les pompiers ont très peu d'expérience des systèmes de stockage au niveau des quartiers ou des habitations. Par conséquent, il faut beaucoup de temps pour convaincre les autorités de la sécurité d'un système de batterie. Les informations relatives à la présence, à l'emplacement exact et au type de batterie dans les bâtiments doivent être mises à la disposition des pompiers afin qu'ils sachent quoi faire en cas d'incendie, même si celui-ci est causé par autre chose.



Dans le cadre de la réglementation actuelle du marché, il est important d'entretenir de bonnes relations avec le **gestionnaire du réseau de distribution** pour obtenir l'approbation du système choisi.



Les informations relatives à la présence, à l'emplacement exact et au type de batterie dans les bâtiments doivent être mises à la disposition des pompiers afin qu'ils sachent ce qu'ils doivent faire en cas d'incendie, même si l'incendie est dû à une autre cause.



↑ © Frank Veltmans



↑ © Han Vandevyvere

**ENSEIGNEMENTS
GÉNÉRAUX**

Enseignements généraux

- ✓ **Les installations de panneaux photovoltaïques et de batteries peuvent contribuer de manière significative à l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans un contexte urbain et à l'amélioration de la qualité de l'électricité.**
- ✓ Le marché propose actuellement plusieurs systèmes plus faciles à installer et particulièrement automatisés dans leur fonctionnement. En outre, de nombreux systèmes sont prêts à être couplés pour réagir aux signaux du marché et offrir des services au marché de la basse tension ou, dans le cadre d'un ensemble de dispositifs agrégés, fournir des services au marché de l'énergie.
- ✓ Ces services supplémentaires permettent une plus grande pénétration des énergies renouvelables, une réduction des coupures, ainsi qu'une amélioration de l'analyse de rentabilité pour ces actifs à petite échelle.

Ce livret de solutions décrit et rapporte les enseignements tirés de plusieurs projets photovoltaïques et de batteries financés par l'UE. Les aspects liés à l'utilisateur, à la technologie, au financement et à la réglementation sont pris en compte, car ils contribuent tous à la réussite finale d'un projet.



↑ © Frank Veltmans



↑ © Mariana Proenca, Unsplash



↑ © Kelly Brito, Unsplash

DOCUMENTS UTILS

Documents utiles

✂ [DREEM](#)

✂ [Elsa](#)

✂ [GrowSmarter](#)

✂ [REMOurban](#)

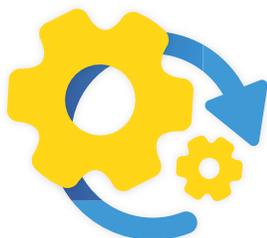


↑ © Getty images

Smart Cities Marketplace

Smart Cities Marketplace (SCM) est une initiative avec le soutien de la Commission européenne, qui rassemble des villes, des industries, des PME, des investisseurs, des chercheurs et d'autres acteurs dans le domaine des villes intelligentes. La SCM offre un aperçu des bonnes pratiques européennes en matière de villes intelligentes, vous permettant de découvrir l'approche qui pourrait convenir à votre projet de ville intelligente.

[Découvrez notre brochure ici](#)



Matchmaking

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

[Réseau d'investisseurs](#)

[Appel à projets](#)

[Cours de maître sur le financement de projets](#)



Groupes de réflexion et de discussion

Les groupes de réflexion sont des collaborations qui travaillent activement sur un défi commun lié à la transition vers des villes intelligentes. Les groupes de discussion sont des forums où les participants peuvent échanger leurs expériences, coopérer, se soutenir et discuter d'un thème spécifique.

[Groupes de discussion et de réflexion](#)

[Communauté](#)



Initiatives de l'UE

En dehors de la SCM, il existe ainsi des initiatives européennes visant à améliorer la qualité de vie et de travail dans les villes européennes.

[Autres initiatives de l'UE](#)



PV ET BATTERIE

LIVRET DE SOLUTIONS

Smart Cities Marketplace 2023

Smart Cities Marketplace est géré par la direction générale de l'énergie de la Commission Européenne