

BATTERIES STATIONNAIRES DANS LES BÂTIMENTS



suisse énergie

Notre engagement : notre futur.



Source: société clevergie gmbh

La baisse du prix des batteries et le besoin croissant d'utiliser son propre courant solaire chez soi ont donné des ailes au marché des batteries. Aujourd'hui déjà, de nombreuses installations photovoltaïques sont livrées avec une batterie de stockage. Du point de vue du réseau, ces accumulateurs ont pour objectif premier de permettre une plus grande intégration du courant solaire dans notre réseau électrique tout en limitant les travaux d'extension, qui s'avèrent onéreux.

Que faut-il donc prendre en compte lors de l'achat et de l'installation d'une batterie de stockage? La batterie est-elle vraiment écologique? La présente brochure entend répondre à ces questions.

Avant d'installer une batterie de stockage, il convient de se demander si le courant solaire provenant de son propre toit pourrait être utilisé directement pendant les heures d'ensoleillement, par exemple en allumant la chaudière à eau chaude à midi lorsqu'il fait beau. Dès lors qu'ont été épuisées toutes les solutions possibles pour une consommation directe du courant solaire, l'utilisation d'une batterie de stockage peut tout à fait être judicieuse.

La présente brochure utilise les termes «batterie», «batterie de stockage», «stockage par batterie» et «accumulateur» comme des synonymes.

image page de couverture: CKW

SOMMAIRE

APPLICATIONS

- Une batterie pour de multiples usages.....4

TYPES DE FONCTIONNEMENT

- À quoi sert un système de stockage?.....6
- Le stockage de l'électricité solaire9

TECHNOLOGIES

- Plomb ou lithium? 10
- La voiture comme batterie de stockage 11

INSTALLATION DE SYSTÈMES DE STOCKAGE

- Règlements et normes 12

SYSTÈME DE STOCKAGE

- Courant continu ou courant alternatif? 14

CONSOMMATION PROPRE, AUTONOMIE, AUTOSUFFISANCE

- Consommation propre: Maison individuelle 16
- Consommation propre: Système de stockage pour un ensemble résidentiel 16
- Consommation propre: Maison individuelle avec installation PV et stockage 17
- Autonomie: Bâtiments administratifs passifs 18
- Autosuffisance: Maison de vacances..... 18

COÛTS ET RENTABILITÉ

- Facteurs influençant la rentabilité 19
- Prix des batteries de stockage sur le marché20

DIMENSIONNEMENT

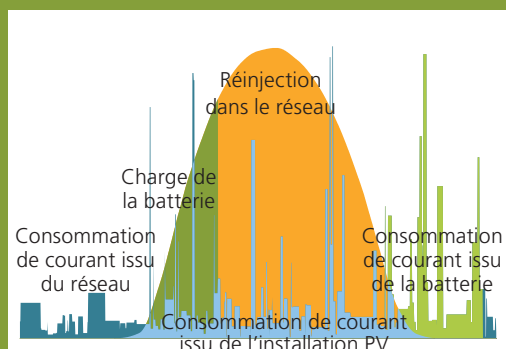
- Quelle taille de batterie choisir?22

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- L'impact environnemental des batteries de stockage: une comparaison25
- Cycle de vie d'une batterie de stockage26

OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION PROPRE

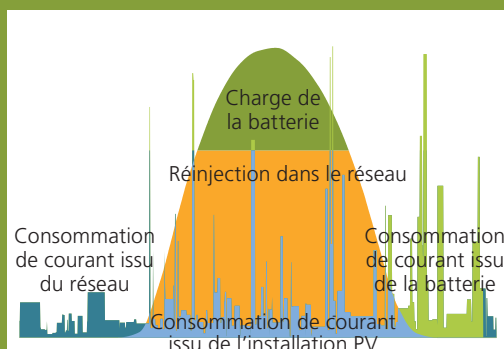
Une batterie permet d'utiliser une plus grande quantité d'électricité solaire directement dans le bâtiment.



Source: Basler & Hofmann SA

RÉDUCTION DES PICS DE CONSOMMATION

Une batterie permet de diminuer la puissance maximale achetée ou réinjectée.



Source: Basler & Hofmann SA

SÉCURITÉ D'APPROVIS-

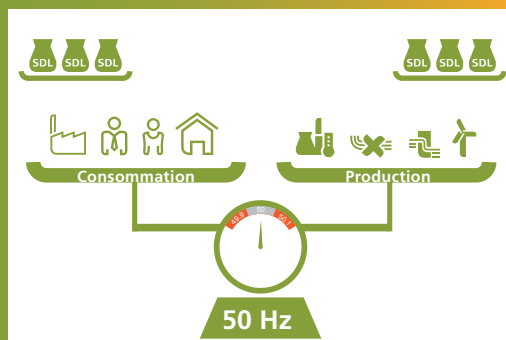
En cas de panne de courant, une batterie permet de rétablir l'alimentation électrique dans le bâtiment.



Source: Shutterstock

ÉNERGIE DE RÉGLAGE

L'énergie de réglage issue des batteries peut être utilisée pour stabiliser le réseau électrique européen.



Source: Swissgrid

OPTIMISATION DU RÉSEAU

Les batteries de stockage peuvent aider à rééquilibrer les différences entre la réinjection et la consommation.



Source: Shutterstock

AUTONOMIE

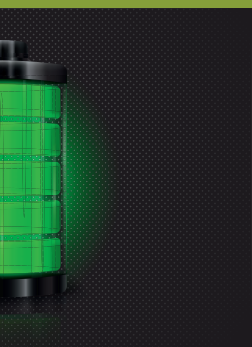
Les batteries permettent d'augmenter le degré d'autosuffisance.



Source: Shutterstock

UNE BATTERIE POUR DE MULTIPLES USAGES

IONNEMENT (BACKUP)



CERTIFICAT MINERGIE

Une batterie permet d'augmenter sa consommation propre et d'améliorer ainsi son bilan énergétique.

MINERGIE®

ÉLECTROMOBILITÉ

Les véhicules électriques peuvent être rechargés grâce au courant solaire, ce qui optimise la rentabilité de l'installation photovoltaïque et du véhicule.



COMMERCE DE L'ÉNERGIE

Le stockage intermédiaire permet de profiter des fluctuations des prix de l'électricité.



LÉGENDE

- Pertinent et disponible actuellement
- Utilisé dans le cadre de projets pilotes
- Non pertinent/non rentable actuellement



Source: Shutterstock

1. OPTIMISER SA CONSOMMATION PROPRE

L'excédent d'électricité solaire est stocké pendant la journée et mis à disposition des appareils consommateurs le soir et la nuit. Pratiquement tous les systèmes de stockage par batterie stationnaires offrent aujourd'hui cette fonction. Pour les maisons individuelles, c'est actuellement la manière la plus lucrative de diminuer directement les coûts grâce à une batterie. Toutefois, le prix des batteries est généralement plus élevé que le montant qu'il est possible d'économiser par la consommation propre. C'est pourquoi il convient de se demander si une batterie peut également remplir d'autres fonctions. Deux fonctions supplémentaires sont décrites sur cette page.

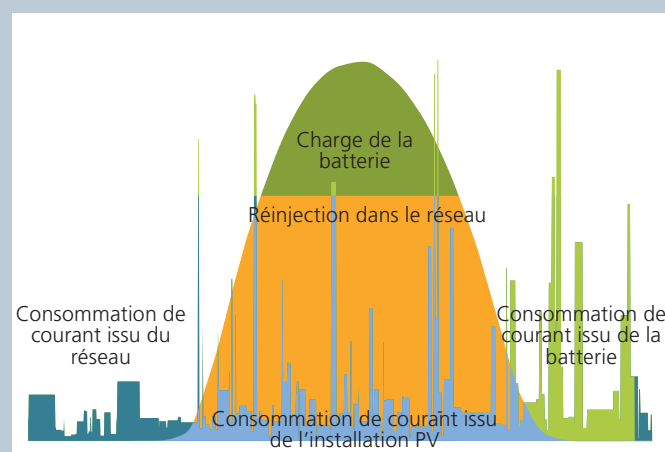
Le mode de fonctionnement «Optimiser sa consommation propre» ne réduit généralement pas la réinjection maximale dans le réseau (par exemple le dimanche ou pendant les vacances d'été). Il ne permet donc pas de soulager le réseau. De nouveaux systèmes peuvent cependant à la fois réduire la charge subie par le réseau (cf. «2. Réduire les pics de consommation») et optimiser la consommation propre. On recommande généralement, à l'achat d'un système de stockage, d'opter pour un système qui offre ces deux fonctions.

2. RÉDUIRE LES PICS DE CONSOMMATION

En plus de leur consommation électrique, les grands consommateurs (l'industrie par exemple) doivent généralement s'acquitter d'un montant mensuel pour la puissance maximale consommée. Si le système de batterie fournit de l'électricité au bâtiment au moment même où la consommation est la plus élevée, le réseau électrique est soulagé, ce qui permet de réaliser des économies. Dans le cas des petits systèmes de stockage (dans les maisons individuelles par exemple), cette fonction n'est souvent d'aucune utilité pour le propriétaire en raison du système tarifaire actuel. Cependant, si des tarifs basés sur la puissance sont introduits, une réduction des pics de consommation impliquera effectivement des économies. Les systèmes de stockage de grande taille destinés à l'industrie et au commerce offrent généralement cette possibilité.

Ce mode de fonctionnement apporte aussi un soutien au réseau électrique: ce dernier n'a plus besoin d'absorber les

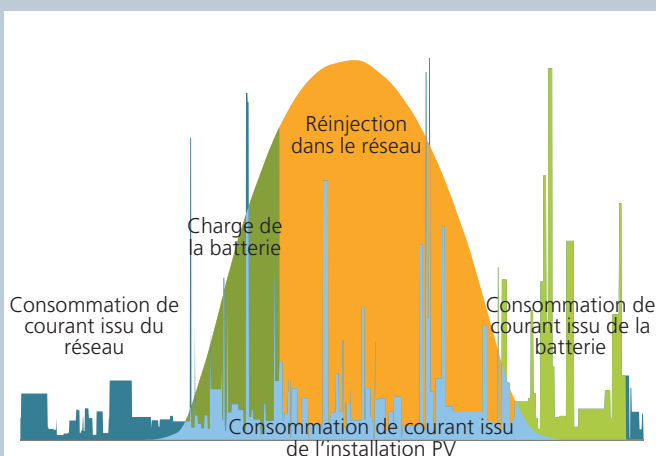
pics de consommation ni de fournir des pics de puissance aussi élevés, ce qu'il est contraint de faire en l'absence de systèmes de stockage.



En mode «réduire les pics de consommation», le réseau est soulagé.
Source: Basler & Hofmann SA

À QUOI SERT UN SYSTÈME DE STOCKAGE?

LES PERSONNES QUI ACHÈTENT AUJOURD'HUI UN SYSTÈME DE STOCKAGE POSSÈDENT GÉNÉRALEMENT UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE ET SOUHAITENT AUGMENTER LEUR PART DE CONSOMMATION PROPRE. DE NOMBREUSES AUTRES APPLICATIONS POTENTIELLES ONT ÉTÉ ÉNUMÉRÉES À LA PAGE PRÉCÉDENTE. TROIS D'ENTRE ELLES SONT TRÈS IMPORTANTES À L'HEURE ACTUELLE ET SONT POUR CETTE RAISON DÉCRITES EN DÉTAIL ICI.



En mode «consommation propre», la consommation propre augmente (vert foncé), mais le réseau n'est pas soulagé.
Source: Basler & Hofmann SA

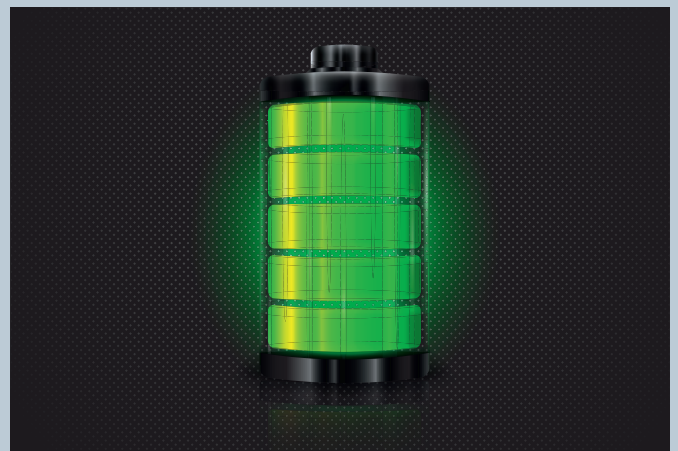
SYSTÈME DE COMMUNICATION

Pour savoir quand stocker et quand réinjecter, l'installation de stockage doit comprendre quand l'installation photovoltaïque produit du courant excédentaire ou quand les appareils consommateurs présentent un besoin en électricité élevé. Pour ce faire, un système de communication doit relier l'installation photovoltaïque, les consommateurs, le raccordement au réseau et le système de stockage. Sa complexité varie en fonction des besoins. À l'heure actuelle, la plupart des systèmes de stockage sont connectés à Internet et peuvent être commandés via une application.

3. SÉCURISER L'APPROVISIONNEMENT (BACKUP)

Une panne de courant entraîne également un arrêt de l'installation photovoltaïque. Les systèmes de stockage par batterie peuvent pallier ce problème. Les étapes suivantes sont alors nécessaires:

1. En cas de panne de courant, le système de batterie doit déconnecter le bâtiment du réseau électrique, car son stock d'électricité ne suffit pas pour alimenter tout le village.
2. Une fois que le bâtiment est déconnecté du réseau électrique, la batterie peut rétablir l'électricité dans le bâtiment.
3. L'installation photovoltaïque peut désormais elle aussi réinjecter de l'électricité: pas dans le réseau, mais directement dans le bâtiment ou dans la batterie.



La majeure partie des systèmes de batterie vendus aujourd'hui en Suisse sont déjà équipés d'une fonction backup. Source: Shutterstock

AU LIEU D'INJECTER
L'ÉLECTRICITÉ SOLAIRE
DANS LE RÉSEAU, LA
BATTERIE DE STOCKAGE
PERMET DE LA CONSOM-
MER SUR PLACE.



DÉTAILS TECHNIQUES

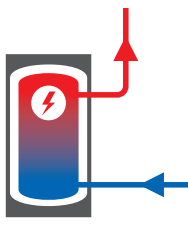
Lieu	Chavornay
Puissance de l'installation PV	29.68 kWp
Capacité de la batterie	9.6 kWh
Objectif principal	Augmentation de la consommation propre

Source: Solstis

TYPES DE FONCTIONNEMENT

LE STOCKAGE DE L'ÉLECTRICITÉ SOLAIRE

L'ÉLECTRICITÉ SOLAIRE EST ÉCOLOGIQUE ET BON MARCHÉ. SOUVENT CEPENDANT, ELLE N'EST PAS PRODUITE AU MOMENT OÙ L'ON SOUHAITERAIT LA CONSOMMER. LES ACCUMULATEURS ATTÉNUENT CE PROBLÈME. LES TROIS PLUS IMPORTANTS TYPES DE STOCKAGE SONT COMPARÉS CI-DESSOUS.

CATÉGORIE	 BASSINS D'ACCUMULATION	 STOCKAGE PAR BATTERIE	 STOCKAGE D'EAU CHAUDE
Rentabilité	😞	😞	😊
Rendement	😞	😊	😊
Impact sur l'environnement	😞	😞	😊
Flexibilité	😞	😊	😞
Durée de stockage	😊	😞	😞
Potentiel pour une extension future	😞	😊	😞

Source: OFEN/Shutterstock/OFEN

Chaque type de stockage correspond à un domaine d'application spécifique dans lequel il développe ses propres forces.

Les bassins d'accumulation servent principalement au stockage saisonnier de l'énergie; ils sont utilisés en Suisse avec succès depuis des décennies. Le potentiel d'intégration de nouveaux bassins d'accumulation est cependant presque épuisé. Dans les conditions cadres actuelles, il ne serait pas rentable de construire de nouveaux bassins d'accumulation. Ceux-ci nécessiteraient de lourds investissements, pour un impact environnemental élevé.

À l'heure actuelle, **le stockage par batterie** est, lui aussi, à peine rentable. À la différence des bassins d'accumulation, il est utilisé le plus souvent de manière décentralisée et représente plutôt une solution de stockage quotidien. De la façon dont la plupart d'entre elles sont utilisées aujourd'hui, les batteries de stockage n'apportent aucun soutien au réseau électrique, une fonction susceptible toutefois de jouer un rôle important à l'avenir. Les effets environnementaux sont décrits en détail à la page 25.

Les dispositifs de stockage thermique tels que les stockages d'eau chaude ou les réservoirs de stockage tampon représentent une possibilité supplémentaire de stocker les excédents de courant solaire et de les utiliser judicieusement. Le fluide accumulateur qu'est l'eau est très bon marché et écologiquement inoffensif. Comparés aux deux autres types de stockage cependant, les stockages d'eau chaude sont limités dans leur utilisation, car la chaleur est moins polyvalente que l'électricité.

PLOMB OU LITHIUM?



TYPE	ACCUMULATEUR AU PLOMB	ACCUMULATEUR AU DIOXYDE DE LITHIUM ET DE COBALT (LICOO ₂)	ACCUMULATEUR AU LITHIUM FER PHOSPHATE (LIFEPO ₄)
Application	Batterie de démarrage dans les véhicules, alimentation électrique sans coupure	Véhicules électriques, batteries de téléphones portables	Batteries domestiques
Avantages	Bon marché	Densité énergétique élevée	Sécurité d'exploitation élevée
Inconvénients	Stabilité des cycles réduite et faible densité énergétique	Prix relativement élevé, s'enflamme en cas de surcharge	Prix relativement élevé, densité énergétique plus faible que LiCoO ₂
Rendement	70 à 80%	90 à 95%	90 à 95%
Cycles	500 à 2000	500 à 2000	4000 à 6000
Autodécharge	2 à 5% par mois	1 à 3% par mois	1 à 3% par mois

QUELLE BATTERIE CONVIENT LE MIEUX?

Bien qu'elle soit beaucoup plus chère qu'une batterie au plomb, une batterie de type lithium-ion est aujourd'hui généralement plus rentable en raison de sa durée de vie plus longue et de son rendement plus élevé. C'est pourquoi pratiquement toutes les batteries stationnaires dans les bâtiments sont des batteries lithium-ion. Il y a cependant lithium et lithium: les téléphones portables et les véhicules électriques ont besoin d'une petite batterie légère offrant beaucoup d'énergie et de puissance. La batterie de type dioxyde de lithium et de cobalt est ici bien adaptée. Dans les bâtiments, le poids et la taille sont moins importants; la durée de vie, en revanche, l'est d'autant plus. On donnera ici donc la priorité aux batteries lithium fer phosphate. Le développement de nouveaux types de batteries progresse rapidement. En ajoutant du nickel et du manganèse, on a ainsi réussi à

transformer la «batterie de téléphone portable» au lithium, nickel et manganèse (batterie lithium-ion NMC) en une batterie utilisable dans les bâtiments. Le futur nous réserve certainement d'autres technologies encore plus efficaces!

La majeure partie des systèmes de stockage disponibles aujourd'hui sur le marché s'appuient sur la technologie lithium-ion. Outre les batteries au plomb et lithium-ion, il existe un grand nombre d'autres technologies qui, pour diverses raisons, ne sont pas ou pas encore adaptées à un stockage de l'électricité dans les bâtiments; la présente brochure ne les abordera donc pas.

LA VOITURE COMME BATTERIE DE STOCKAGE



Source: Helion

Recharger une voiture électrique avec sa propre électricité solaire est une option écologique et rentable. Il n'est toutefois pas possible d'affirmer de manière générale qu'une voi-

ture électrique convient aussi pour stocker de l'électricité destinée au logement (recharge bidirectionnelle). Les avantages et les inconvénients sont décrits ci-dessous.

UNE VOITURE ÉLECTRIQUE EST-ELLE ADAPTÉE POUR STOCKER DE L'ÉLECTRICITÉ DESTINÉE À UN BÂTIMENT?

Oui, elle l'est si ...

... le véhicule est équipé d'une très grande batterie et que, par conséquent, le vieillissement accéléré de cette dernière est négligeable.

... l'utilisation de la batterie du véhicule est nécessaire uniquement dans certains cas exceptionnels (par ex. pour couvrir les pics de puissance) et que seul un petit nombre de cycles de recharge supplémentaires est nécessaire.

La batterie d'une voiture électrique doit être petite et légère tout en offrant une puissance et une quantité d'énergie élevées. Dans le cas des bâtiments, en revanche, la batterie peut être plus grande et plus lourde. Elle devra cependant présen-

Non, elle ne l'est pas si ...

... la batterie du véhicule est petite et qu'une utilisation comme batterie domestique représenterait une sollicitation supplémentaire élevée.

... la batterie est parfaitement adaptée à la durée de vie de la voiture. Cela impliquerait de changer la batterie avant que le véhicule n'ait atteint sa fin de vie.

ter une durée de vie la plus longue possible. C'est pourquoi on ne fait pas appel aux mêmes technologies de stockage dans les véhicules que dans les bâtiments.



Source: laube-solar

INSTALLATION DE SYSTÈMES DE STOCKAGE

RÈGLEMENTS ET NORMES

LES BATTERIES STATIONNAIRES DANS LES BÂTIMENTS SONT DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES. ELLES SONT DONC SOUMISES À DIVERS RÈGLEMENTS ET NORMES. ELLES DOIVENT NOTAMMENT ÊTRE INSTALLÉES PAR UN ÉLECTRICIEN QUALIFIÉ DÉTENANT UNE AUTORISATION D'INSTALLER FÉDÉRALE. IL LUI INCOMBE DE S'ASSURER QUE TOUS LES RÈGLEMENTS ET TOUTES LES NORMES SONT RESPECTÉS.

CERTAINS POINTS SONT CEPENDANT INTÉRESSANTS ÉGALEMENT POUR LE MAÎTRE D'OUVRAGE:

- **Informations du fabricant:** Les fabricants d'accumulateurs fixent différents règlements pour l'installation et le fonctionnement de leurs systèmes. Ceux-ci doivent être respectés.
- **Accumulateur monophasé ou triphasé:** En Suisse, seuls les accumulateurs d'une puissance inférieure à 3.6 kW peuvent être raccordés sur une seule phase. Les installations de plus grande puissance doivent être raccordées au réseau en triphasé.
- **Mesure:** La mesure du courant est soumise à différentes exigences selon que l'accumulateur accepte uniquement un chargement via l'installation PV ou également via le réseau électrique.
- **Protection anti-incendie/lieu de stockage:** Différents règlements s'appliquent en fonction du bâtiment et du système de stockage.

EN TANT QUE MAÎTRE D'OUVRAGE, VOUS N'AVEZ PAS BESOIN DE CONNAÎTRE TOUTES LES PRESCRIPTIONS. Il existe des professionnels accrédités qui se feront un plaisir de vous aider. Vous trouverez de l'aide aux endroits mentionnés ci-après.

- **Auprès d'un électricien:** En lien avec un système photovoltaïque, il s'agit généralement d'un professionnel de l'énergie solaire: www.prosdusolaire.ch
- **Dans la brochure Swissolar:** «Installations PV avec batteries», www.swissolar.ch
- **Dans le manuel de l'AES sur les accumulateurs (en particulier pour les professionnels):** Recommandation pour la mise en œuvre du raccordement et de l'exploitation de dispositifs de stockage d'électricité des niveaux de réseau 3 à 7, www.electricite.ch
- **Auprès d'Electrosuisse, Swissolar, AEAI, AES (en particulier pour les professionnels):** Systèmes stationnaires de stockage d'électricité, www.electrosuisse.ch

COURANT CONTINU OU COURANT ALTERNATIF?

LES SYSTÈMES DE STOCKAGE PEUVENT ÊTRE RÉPARTIS EN DEUX CATÉGORIES, PRÉSENTANT TOUS LES DEUX DES AVANTAGES ET DES INCONVÉNIENTS. LE SYSTÈME LE MIEUX ADAPTÉ DEVRA ÊTRE CHOISI EN FONCTION DU PROJET.

SYSTÈME À COURANT CONTINU

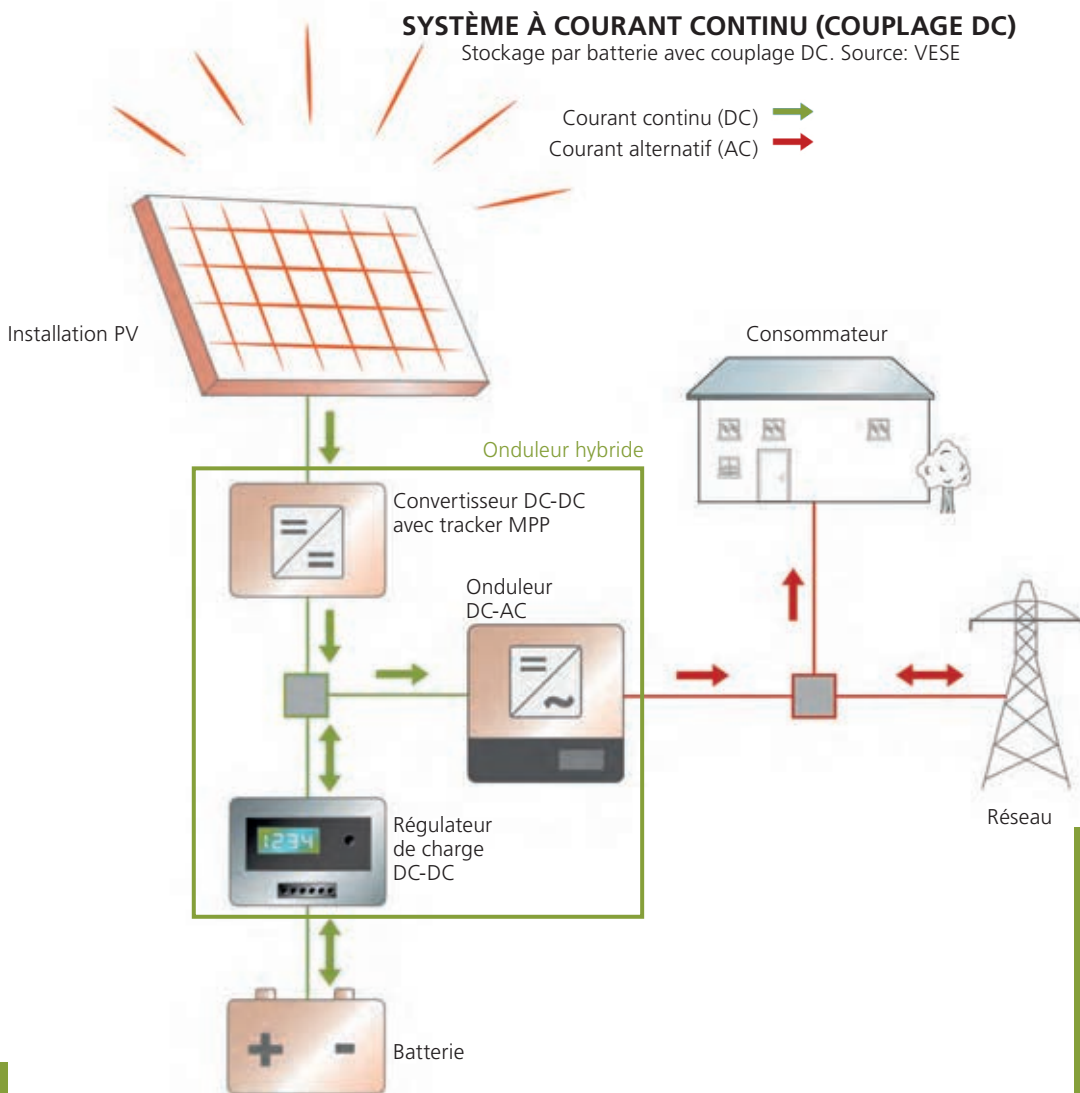
(Fig. de gauche ci-dessous)

La batterie est connectée à l'onduleur du côté courant continu (DC). On parle ici souvent «d'onduleur hybride», car les modules PV et les batteries peuvent être connectés sur le même appareil. Cette solution simplifie le système pour l'utilisateur, permet de faire des économies et séduit, enfin, par son plus fort rendement. Le système est toutefois moins flexible si le système PV doit être transformé ou étendu.

SYSTÈME À COURANT ALTERNATIF

(Fig. de droite, page 15)

La batterie est connectée à l'onduleur du côté courant alternatif (AC). L'installation PV et le système de batterie présentent une structure modulaire et peuvent être remplacés indépendamment l'un de l'autre. Cette solution offre de nombreux avantages dans le cas où le système de stockage par batterie doit être installé ultérieurement. Cependant, les synergies avec l'installation PV sont légèrement moindres par rapport au système à courant continu, ce qui se reflète sur les coûts et sur le rendement.



+ Avantageux lors de l'installation simultanée d'un système PV

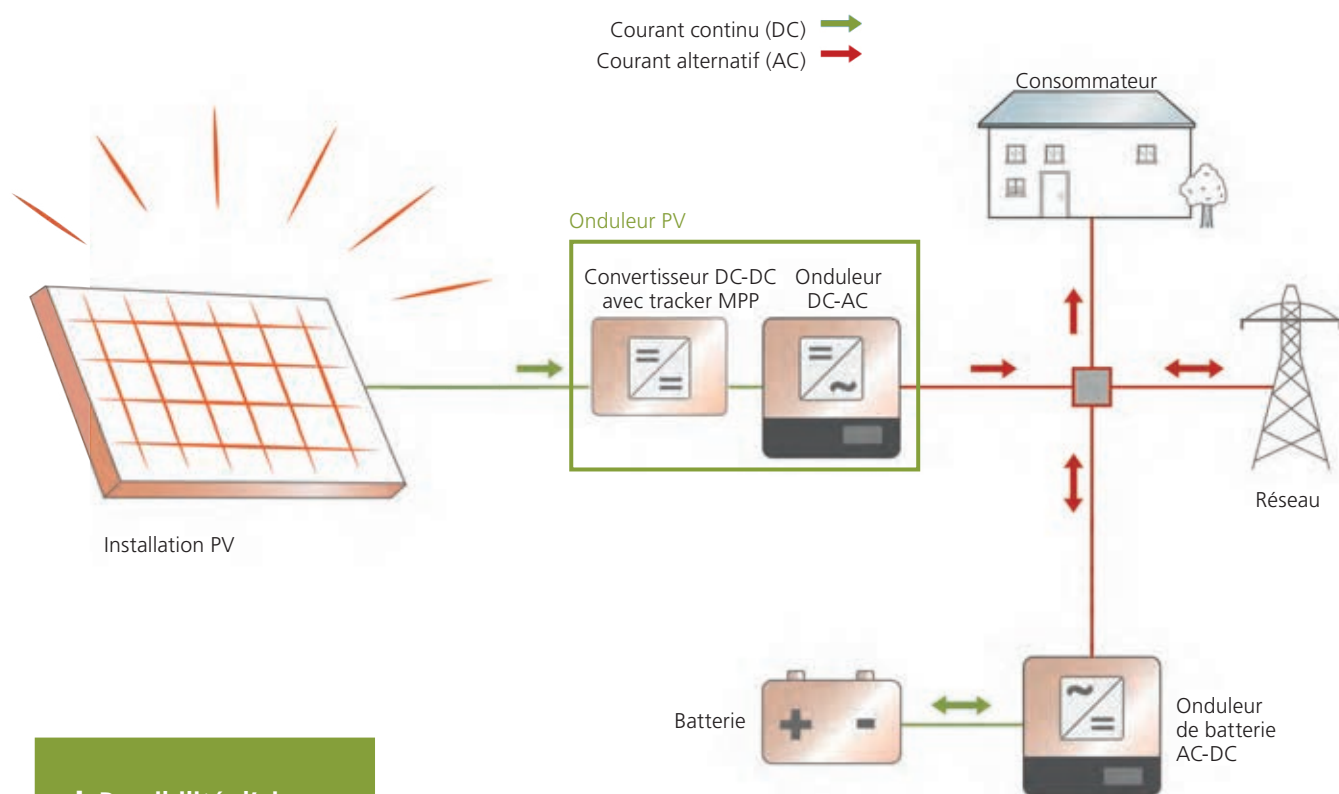
+ Rendement élevé



Le couplage AC se caractérise par sa grande flexibilité: le système de stockage peut être mis en place indépendamment de l'installation photovoltaïque. Source photo: Tritec

SYSTÈME À COURANT ALTERNATIF (COUPLAGE AC)

Stockage par batterie avec couplage AC. Source: VESE



+ Possibilité d'ajouter des équipements aux systèmes PV existants

+ Modulaire, flexible

CONSOMMATION PROPRE

MAISON INDIVIDUELLE

Dans une maison individuelle du canton de Vaud, un système de stockage a été installé parallèlement à une installation PV de 9 kWp. En raison de la petite taille de l'accumulateur, le nombre de cycles est élevé, c'est pourquoi on a opté ici pour une batterie de type lithium fer phosphate. Cette installation a permis d'accroître la part de consommation propre de courant solaire en la faisant passer d'environ 30% à plus de 50%.

DÉTAILS TECHNIQUES

Puissance de l'installation PV	9 kWp
Capacité de la batterie	7.2 kWh
Système de stockage	Kostal (lithium fer phosphate)
Objectif principal	Augmentation de la consommation propre

Source: Tritec



SYSTÈME DE STOCKAGE POUR UN ENSEMBLE RÉSIDENTIEL

DÉTAILS TECHNIQUES

Lieu	Horw (Lucerne)
Puissance de l'installation PV	94 kWp (DC)
Capacité de la batterie	95 kWh
Puissance de l'onduleur de la batterie	50 kW
Objectif principal	Augmentation de la consommation propre. Réduction des pics de puissance possible à l'avenir.

Source: Solvatec



MAISON INDIVIDUELLE AVEC INSTALLATION PV ET STOCKAGE

Markus Wey a mis en service un système de stockage dans sa maison individuelle pendant l'hiver 2014–2015. Ce dispositif lui permet aujourd'hui une consommation propre de son courant solaire bien plus élevée et le protège, par ailleurs, des pannes d'électricité.

Monsieur Wey, pourquoi avez-vous installé un système de stockage? Tout le monde en parle; moi, je voulais passer à l'action. D'une part, je voulais expérimenter cette technologie et, d'autre part, je voulais donner l'exemple.

Quels en sont les avantages? Aujourd'hui, nous pouvons consommer une bien plus grande quantité de notre propre courant solaire et avons diminué la part d'électricité fournie par le réseau. Quelques faibles frais supplémentaires nous ont également permis de disposer d'un système d'alimentation de secours. Notre installation PV et notre système de stockage nous approvisionnent également en cas de panne d'électricité. En outre, nous avons pu préparer le raccordement d'une station de recharge pour véhicules électriques.

L'installation a-t-elle été compliquée? Pas du tout! Le système de stockage m'a été recommandé par des connaissances et il a fait ses preuves dès le début. Le raccordement du chauffage à l'installation photovoltaïque n'est cependant pas encore terminé.

Que voulez-vous dire? Lorsque nous avons installé le système PV, nous y avons immédiatement raccordé le réservoir d'eau chaude sanitaire. Nous voulons consommer un maximum de courant solaire sur place et ne stocker ou ne réinjecter que l'excédent. Dans un avenir proche, nous prévoyons également de raccorder une pompe à chaleur.

Le système est-il rentable? L'installation PV oui, mais pas le système de stockage. Mais ce n'était pas l'objectif.

Comment le stockage de courant a-t-il influencé votre comportement? Avec la batterie, notre famille a davantage pris conscience de tout ce qui touche à l'électricité et à l'énergie. Mais c'est plutôt l'installation PV qui a fait le plus d'effet: alors que nous avions l'habitude de faire les lessives plutôt la nuit, nous les faisons aujourd'hui de préférence de jour par beau temps.

Quelles seraient vos attentes pour un système de stockage du futur? Une plus grande capacité de stockage!



DÉTAILS TECHNIQUES

Puissance de l'installation PV	21.4 kWp
Capacité de la batterie	13.8 kWh
Système de stockage	E3DC (cellules Panasonic)
Objectif principal	Augmentation de la part de consommation propre et système d'alimentation de secours

AUTONOMIE

BÂTIMENTS ADMINISTRATIFS PASSIFS

Cet immeuble de bureaux de trois étages est équipé d'une installation PV d'une puissance de 24 kWp. Comme une installation PV sans batterie ne fonctionne pas en cas de panne de courant, celle-ci a été complétée par un accumulateur avec alimentation de secours. Lorsqu'il fait beau en été, l'installation PV peut recharger les batteries en trois heures environ.

Le système de stockage est dimensionné de telle sorte qu'il puisse assurer l'alimentation complète du bâtiment pendant un certain temps.

DÉTAILS TECHNIQUES

Puissance de l'installation PV	24 kWp
Capacité de la batterie	64 kWh
Système de stockage	Domus 4.1 (lithium fer phosphate)
Objectif principal	Autonomie (aucun raccordement au réseau)

Source: Energy Depot Swiss GmbH



AUTOSUFFISANCE

MAISON DE VACANCES

Cette maison de vacances valaisanne est éloignée du réseau électrique. Jusqu'ici, elle était alimentée par un groupe électrogène diesel. Le maître d'ouvrage a décidé de miser à l'avenir sur les énergies renouvelables et a équipé le bâtiment d'un système fonctionnant en îlotage. Comme la maison n'est pas occupée régulièrement, ce sont des batteries au plomb qui ont été choisies.

Le système de stockage est dimensionné d'une manière qu'il peut reprendre complètement l'alimentation de courant du bâtiment pour certaine durée.

DÉTAILS TECHNIQUES

Puissance de l'installation PV	2 kWp
Capacité de la batterie	6 kWh
Système de stockage	Accumulateurs au plomb avec onduleur Studer Innotec SA
Objectif principal	Fonctionnement en îlotage

Source: Studer Innotec SA



FACTEURS INFLUENÇANT LA RENTABILITÉ

UNE BATTERIE DE STOCKAGE PERMET DE RÉDUIRE SES FRAIS D'ÉLECTRICITÉ. LE COURANT SOLAIRE PRODUIT EST UTILISÉ DIRECTEMENT DANS LA MAISON AU LIEU D'ÊTRE RÉINJECTÉ À UN TARIF TRÈS BAS DANS LE RÉSEAU. VOICI LES FACTEURS SE RÉPERCUTANT SUR LA RENTABILITÉ.

INVESTISSEMENT

L'investissement pour un système de stockage par batterie varie considérablement en fonction du fournisseur et de la taille du système. En règle générale, plus le système est grand, plus les coûts spécifiques (CHF/kWh) diminuent. On peut s'attendre à ce que les prix baissent à l'avenir. Vous trouverez un diagramme correspondant à la page 21. Les coûts peuvent parfois être réduits grâce à des subventions ou à des déductions fiscales.

PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ

Le tarif de votre fournisseur d'électricité a également une influence sur la rentabilité de la batterie. Plus la différence entre le tarif de rachat et le prix d'achat de l'électricité est grande, plus votre système de stockage sera rentable.

CAPACITÉ DE STOCKAGE

Cette information est fournie par la fiche technique du système de stockage; elle définit la quantité d'énergie qui peut

être chargée et déchargée pendant un cycle complet. La valeur caractéristique pour un ménage se situe entre 2 et 16 kWh. Le calcul s'appuie sur la capacité dite utilisable.

CYCLES COMPLETS

Combien de fois l'accumulateur est-il entièrement chargé et déchargé en une année? Cette valeur se situe habituellement entre 200 et 300. Le calcul s'appuie sur une base optimiste de 300 cycles complets par an.

TARIF DE RACHAT

En journée, le courant solaire de haute qualité écologique est réinjecté dans le réseau à un tarif généralement bas, qu'on appelle tarif de rachat. Le stockage par batterie vous permet d'économiser de l'argent, car vous pouvez utiliser ce courant solaire le soir au lieu de le réinjecter à un prix très bas en journée. Plus la différence entre le tarif de rachat et le prix d'achat de l'électricité est grande, plus votre système de stockage sera rentable.



DURÉE D'AMORTISSEMENT

La formule ci-dessous permet de calculer approximativement la durée d'amortissement d'un système de stockage. L'exemple fourni aboutit, dans une hypothèse optimiste, à une durée d'amortissement de 16.6 ans en excluant les taux d'intérêt et les frais d'entretien. Avec une durée de vie de 15 à 20 ans, on peut considérer ici qu'il s'agit d'un équipement tout juste rentable. Dans la pratique cependant, les installations de stockage ne sont la plupart du temps pas encore rentables.

$$\text{Durée d'amortissement} = \frac{\text{Investition}}{(\text{Prix de l'électricité} - \text{tarif de rachat}) \times \text{capacité de stockage} \times \text{cycles complets}}$$

$$\text{Exemple: } 16.6 \text{ a} = \frac{9000 \text{ CHF}}{(0.24 \text{ CHF/kWh} - 0.04 \text{ CHF/kWh}) \times 9 \text{ kWh} \times 300/\text{a}}$$



FACTEURS FAVORABLES À LA RENTABILITÉ DES SYSTÈMES DE STOCKAGE PAR BATTERIE

IMPÔTS

La question fiscale est du ressort des cantons. Elle manque, dans de nombreux cas, encore de clarté et devra être abordée au préalable avec l'office des contributions compétent. Certains cantons excluent explicitement toute déduction fiscale pour les systèmes de stockage stationnaires. D'autres, en revanche, acceptent de considérer l'installation de stockage comme faisant partie intégrante du projet photovoltaïque et prévoient des déductions fiscales (cf. la fiche technique photovoltaïque sur la fiscalité de Swissolar, www.swissolar.ch).

PROGRAMMES DE SUBVENTIONS

Certaines communes, certains cantons ainsi que certaines entreprises électriques subventionnent l'installation de systèmes de stockage. Il n'existe pour l'instant aucun organisme central gérant ces programmes, ce qui oblige à s'informer individuellement pour chaque projet.

AUTRES UTILISATIONS

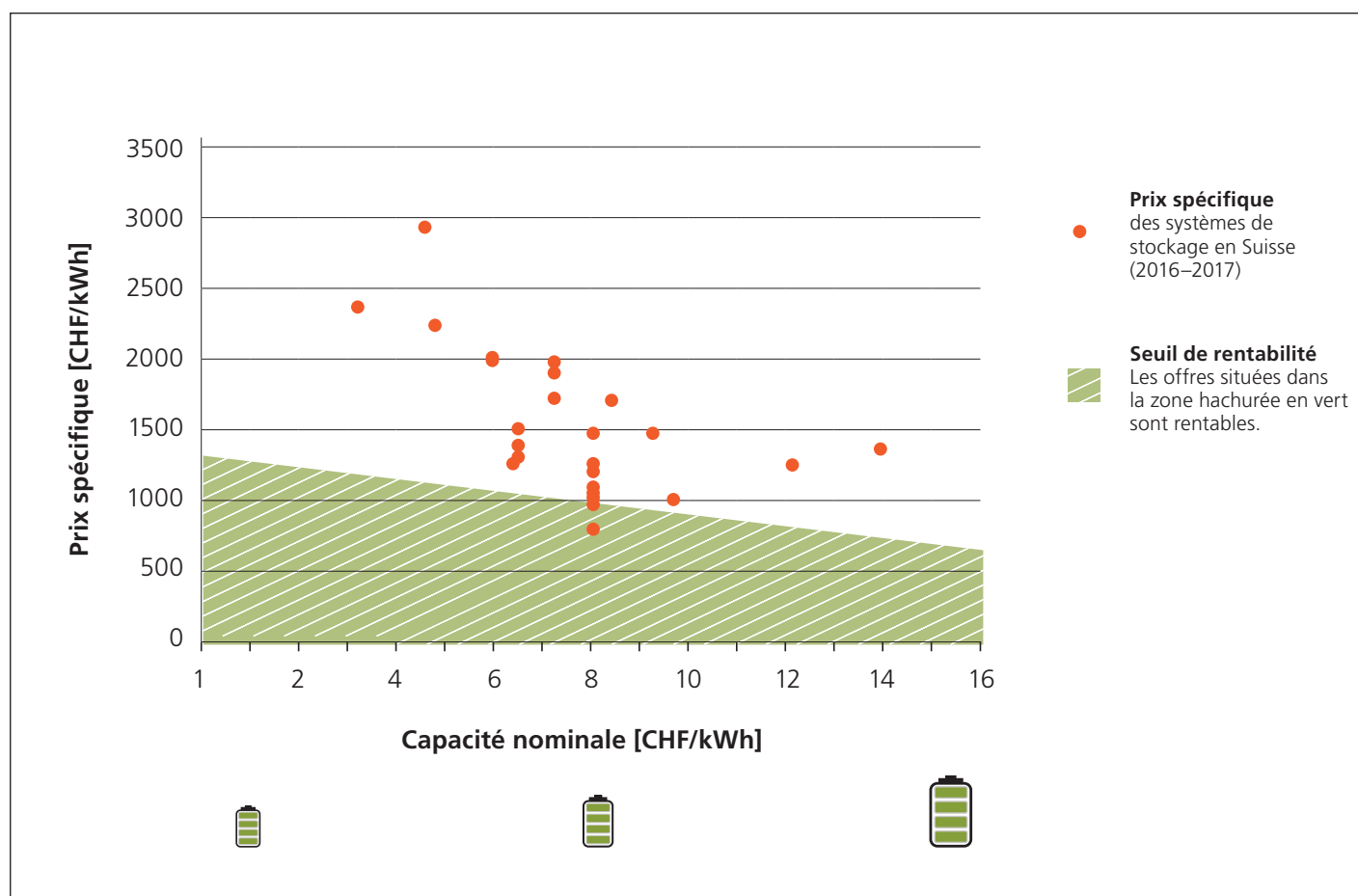
La présente brochure énumère différents usages des batteries. La rentabilité des batteries augmente si plusieurs de ces usages peuvent être combinés. Un système de stockage destiné à la consommation propre peut, par exemple, être raccordé à un pool d'énergie de réglage et générer ainsi des revenus annuels supplémentaires.

PRIX DES BATTERIES DE STOCKAGE SUR LE MARCHÉ

DANS LES CONDITIONS ACTUELLES DU MARCHÉ, SEUL UN PETIT NOMBRE DE SYSTÈMES DE STOCKAGE EST AUJOURD'HUI RENTABLE. DES SUBVENTIONS ET DES DÉDUCTIONS FISCALES PERMETTENT CEPENDANT DE RENTABILISER CES BATTERIES DÈS MAINTENANT.

Une collecte de données effectuée en 2016-2017 a permis d'identifier les prix spécifiques des systèmes de stockage installés en Suisse. La zone hachurée en vert représente la limite de rentabilité, soit le niveau maximal des coûts spécifiques permettant d'amortir un système de stockage. Dans les conditions actuelles du marché, seul un petit nombre de systèmes de stockage est aujourd'hui rentable, et ce uniquement si les conditions-cadres sont favorables. Pour que les

systèmes deviennent rentables, leurs coûts doivent encore diminuer. Les prix indiqués reflètent la situation au moment de la collecte de données et les prix vont probablement baisser: on peut donc supposer que de plus en plus de systèmes seront rentables à l'avenir. Les programmes de subventions et les avantages fiscaux peuvent également contribuer à rendre le stockage de l'électricité rentable dès aujourd'hui.



Source: Basler & Hofmann, Energie Zukunft Schweiz, Swissolar.
Collecte propre de données auprès d'installateurs suisses, 2016-2017.

LES DEUX RÈGLES APPROXIMATIVES CI-DESSOUS PERMETTENT D'ESTIMER GROSSIÈREMENT LA TAILLE OPTIMALE DE VOTRE BATTERIE. CONTACTEZ UN PRO DU SOLAIRE® POUR UN DIMENSIONNEMENT EXACT.



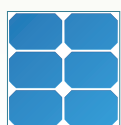
**RÈGLE APPROXIMATIVE 1:
ADAPTER LA TAILLE DE LA BATTERIE
À L'INSTALLATION PV**

$$\text{Puissance de l'installation PV (kWp)} \times 1.5 \cong \text{capacité de stockage (kWh)}$$

Exemple: Un accumulateur de 9 kWh est installé pour une installation photovoltaïque de 6 kWp.

La batterie doit être suffisamment grande pour que l'excédent de courant produit en journée par l'installation solaire puisse être décalée à la nuit.

Puissance de l'installation PV



6 kWp

x 1.5 ≅

Capacité de la batterie



9 kWh

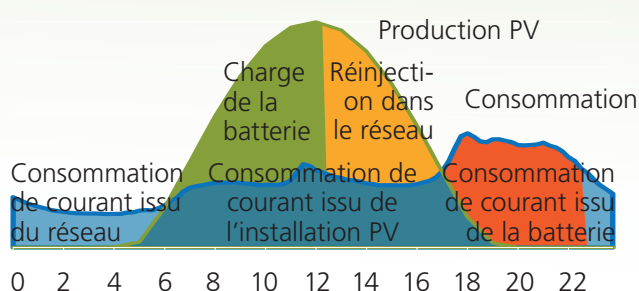


**RÈGLE APPROXIMATIVE 2:
ADAPTER LA TAILLE DE LA BATTERIE À LA
CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ**

$$\text{Consommation annuelle en électricité (kWh)} / (2 \times 365) \cong \text{capacité de stockage (kWh)}$$

Exemple: Un ménage consomme 6000 kWh par an, divisés par le nombre de demi-journées par an (2×365), ce qui donne un accumulateur d'une capacité de 8.2 kWh.

La batterie devrait être suffisamment grande pour couvrir la moitié des besoins journaliers en électricité (soirée + nuit).



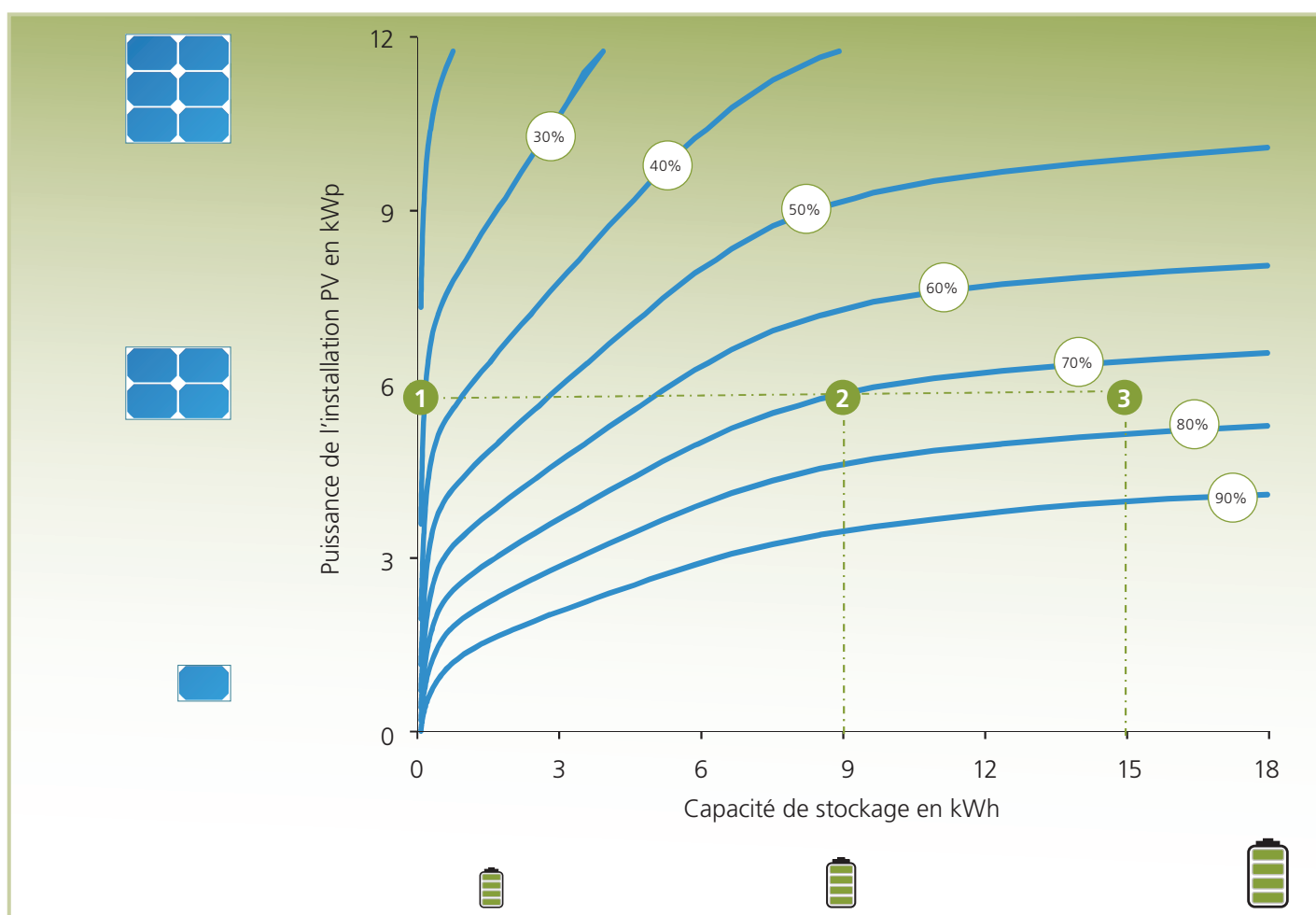
Choisissez la plus petite capacité de stockage parmi les résultats obtenus via ces deux règles approximatives.

QUELLE TAILLE DE BATTERIE CHOISIR?

AUGMENTER SA PART DE CONSOMMATION PROPRE AVEC UNE BATTERIE

La part de consommation propre indique quelle proportion du courant solaire produit est consommée directement dans la maison. Le diagramme ci-dessous illustre le dimensionnement adéquat du stockage permettant d'augmenter la part consommation propre d'une maison individuelle en fonction d'une consommation donnée. Le graphique peut être mis à l'échelle en conséquence si la consommation est supérieure ou inférieure.

TAUX DE CONSOMMATION PROPRE EN FONCTION DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE ET DE LA TAILLE DE LA BATTERIE POUR UNE MAISON INDIVIDUELLE CONSOMMANT 6000 KWH D'ÉLECTRICITÉ PAR AN:



Source: Christof Bucher, Basler & Hofmann SA

- 1 Situation 1:** Aucune batterie et une installation PV de 6 kWp. Le taux de consommation propre est d'environ 30%. Autrement dit: 30% du courant solaire produit sont utilisé directement dans la maison.
 - 2 Situation 2:** On ajoute une batterie de 9 kWh et la consommation propre passe à environ 70%. L'utilisation d'une batterie apporte un grand avantage supplémentaire par rapport à la situation 1.
 - 3 Situation 3:** On ajoute une batterie de 15 kWh et la consommation propre passe à environ 75%, soit seulement 5 points de plus par rapport à la situation 2.
- En résumé:** Dans le graphique ci-dessus, la situation 2 correspond à un dimensionnement judicieux de la batterie en fonction de l'installation PV. Une batterie plus grande ne représenterait qu'un faible avantage supplémentaire. Une batterie plus petite impliquerait une consommation propre moindre. Cette valeur optimale est également obtenue avec la règle approximative 1 décrite à la page 22.



BATTERIES DE STOCKAGE ÉLECTRIQUE: ABERRATION ÉCOLOGIQUE OU CLÉ POUR L'AVENIR?

La production de courant solaire est une solution durable qui a peu de répercussions négatives sur l'environnement. Si elle est complétée par un système de stockage, l'extraction des matières premières nécessaires à la production de la batterie et la fabrication en elle-même impliquent un impact écologique supplémentaire. En même temps, cette solution permet de consommer plus de courant solaire sur place. C'est pourquoi un accumulateur peut être un choix judicieux pour un avenir énergétique durable.

Source: Shutterstock

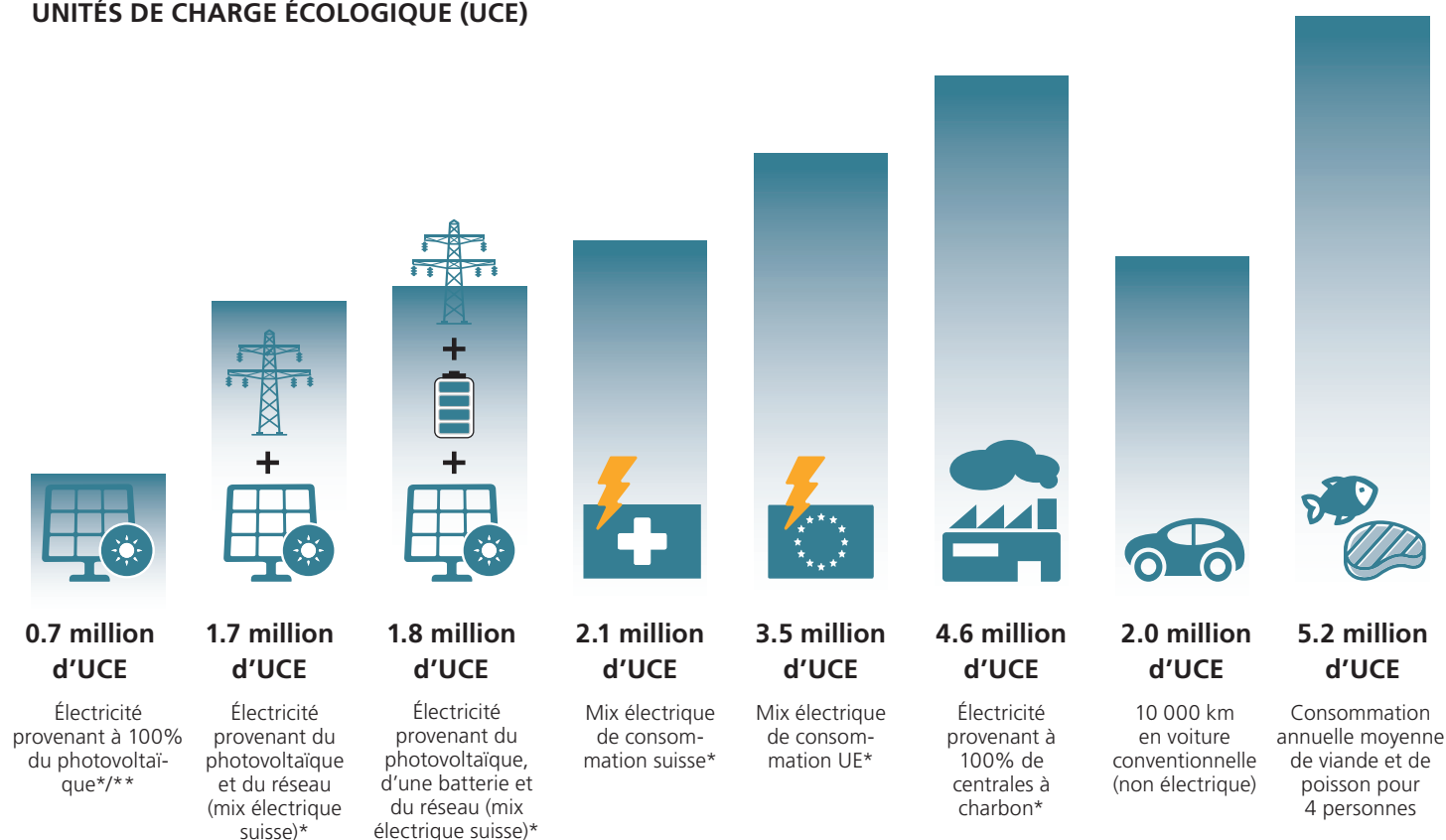
L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES BATTERIES DE STOCKAGE: UNE COMPARAISON

LES BATTERIES FONT-ELLES PLUS DE MAL QUE DE BIEN À L'ENVIRONNEMENT? OU SONT-ELLES LA CLÉ POUR UN AVENIR ÉCOLOGIQUE?

Ci-après, les performances des systèmes de stockage par batterie sont comparées avec celles d'autres systèmes énergétiques et d'autres activités. La comparaison prend en compte toutes les phases de la vie des produits, production et élimination incluses. Cet écobilan prend en considération

la consommation de ressources ainsi que les émissions dans le sol, l'eau et l'air. Afin de pouvoir effectivement comparer entre elles les différentes technologies et activités, on emploie ici l'unité de charge écologique (UCE).

UNITÉS DE CHARGE ÉCOLOGIQUE (UCE)



Graphique: Ce graphique illustre l'impact environnemental de différentes sources d'approvisionnement en électricité pour un ménage typique. Il les compare aussi avec les activités «se déplacer en voiture» et «consommer de la viande et du poisson». Une électricité provenant à 100% d'une installation photovoltaïque présente l'impact environnemental le plus faible. Cette option n'est cependant pas réalisable. De

manière générale, la part de consommation propre d'un ménage disposant d'une installation photovoltaïque atteint 20 à 30%. Le stockage par batterie permet d'augmenter considérablement la part d'électricité photovoltaïque écologique. L'utilisation d'une installation de stockage peut ainsi s'avérer être une solution judicieuse dans l'objectif d'un avenir énergétique durable.

* Consommation électrique de 6000 kWh/an par ménage.

** Impossible à mettre en pratique sans batterie.

MATIÈRES PREMIÈRES

CHACQUE BATTERIE LITHIUM-ION CONTIENT DE PRÉCIEUSES MATIÈRES PREMIÈRES. SELON LE TYPE, IL S'AGIT NOTAMMENT DE LITHIUM, DE CUIVRE, DE NICKEL, DE COBALT, DE MANGANÈSE, D'ALUMINIUM, DE GRAPHITE OU DE TITANE.

Seule une petite partie de l'impact environnemental total peut être attribuée à la phase «extraction et transformation des matières premières nécessaires». Les plus grandes réserves de lithium facilement accessibles se trouvent en Amérique du Sud. Les plus gros stocks de cobalt se trouvent, quant à eux, dans des pays africains souvent instables politiquement comme le Congo ou la Zambie. Les répercussions sociales sont souvent plus problématiques que les impacts écologiques. Les améliorations requises concernent donc une meilleure réglementation et une plus grande transparence dans la chaîne d'approvisionnement des entreprises qui extraient et commercialisent ces matières premières.

ÉLIMINATION ET RECYCLAGE

EN SUISSE, LES BATTERIES ET LES ACCUMULATEURS SONT CONSIDÉRÉS COMME DES DÉCHETS SPÉCIAUX; ILS SONT DONC SOUMIS À UNE OBLIGATION DE RESTITUTION ET DE REPRISE.

Une taxe anticipée de recyclage (TAR) est prélevée, depuis 2000, sur toutes les batteries. Elle s'applique également aux batteries domestiques. Le recyclage des matières premières des batteries lithium-ion et, par là même, leur élimination écologique sont techniquement réalisables et garantis. Le processus de récupération n'étant pas encore rentable aujourd'hui, une partie de l'élimination est financée par la TAR. En conséquence de la raréfaction des ressources et des nouvelles réglementations, cette situation devrait changer à l'avenir.

Les «batteries de seconde vie» sont des batteries réutilisées une seconde fois, par exemple des batteries de voiture employées ensuite comme batteries domestiques. Ce concept est encore peu utilisé. Cependant, dès que la première génération de batteries de véhicules aura fait son œuvre, l'approche d'une seconde vie pourrait avoir un avenir intéressant en raison du grand volume présent sur le marché. Les détracteurs de ce concept affirment toutefois que les capacités des batteries diminuent fortement à l'issue de leur première vie et qu'une deuxième utilisation n'a guère de sens.



CYCLE DE VIE D'UNE BATTERIE DE STOCKAGE

QUEL PROCESSUS A UN IMPACT PARTICULIÈREMENT FORT SUR L'ENVIRONNEMENT? DANS QUELS DOMAINES PEUT-ON S'ATTENDRE À DES AMÉLIORATIONS MAJEURES À L'AVENIR?

TRANSPORT ET DISTRIBUTION

À L'ÉCHELLE DU CYCLE DE VIE, L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU TRANSPORT ET DE LA DISTRIBUTION EST RELATIVEMENT FAIBLE.

Il convient de noter que les batteries sont considérées comme des marchandises dangereuses dont le transport doit respecter certaines directives afin de minimiser les risques et l'impact environnemental potentiel.

PRODUCTION

C'EST LA PRODUCTION DES BATTERIES QUI A LE PLUS GRAND IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT TOUT AU LONG DU CYCLE DE VIE D'UN DISPOSITIF DE STOCKAGE D'ÉLECTRICITÉ, ET CE PRINCIPALEMENT À CAUSE DE LA FORTE QUANTITÉ D'ÉNERGIE NÉCESSAIRE À LA FABRICATION DES COMPOSANTS.

La production d'une batterie consomme beaucoup d'énergie, la majeure partie revenant à la cathode, à l'électrolyte et au conteneur des cellules. Pour l'avenir, c'est donc la production qui renferme le plus grand potentiel d'améliorations: elle doit augmenter l'efficacité de ses processus et utiliser une électricité avec des émissions de CO₂ plus faibles. En fonction des pays et du mix électrique fourni, l'impact sur l'environnement de la production est très variable.

UTILISATION

LA PHASE D'UTILISATION D'UNE INSTALLATION DE STOCKAGE A PEU D'EFFET SUR L'ENVIRONNEMENT. SUR CETTE PÉRIODE, LA QUANTITÉ D'ÉNERGIE PRIMAIRE STOCKÉE EST JUSQU'À 18 FOIS PLUS IMPORTANTE QUE L'ÉNERGIE NÉCESSAIRE POUR PRODUIRE LA BATTERIE.

Le seul impact environnemental négatif ici provient de la décharge automatique de la batterie, qui entraîne une perte d'énergie. Cet effet n'a cependant que peu d'importance dans le cas des batteries modernes.

EN BREF

Il existe de nombreuses raisons pour installer un système de stockage d'électricité chez soi. Parmi les plus importantes figurent une augmentation de la consommation propre de son courant solaire ainsi qu'une augmentation de son autonomie par rapport au réseau électrique. À l'avenir, les batteries peuvent, en outre, contribuer à diminuer les coûts d'extension du réseau. À l'heure actuelle en Suisse, une installation photovoltaïque sur cinq est mise en service avec un système de stockage par batterie, la tendance étant à la hausse.

Mais les batteries de stockage de l'électricité sont-elles vraiment judicieuses? Cette nouvelle technologie est-elle déjà rentable? Une telle batterie nuit-elle à l'environnement ou est-elle la clé pour un avenir écologique? Quelle est la différence entre une batterie stationnaire et la batterie d'un véhicule électrique?

La présente brochure apporte des réponses à ces questions fascinantes.
Leurs auteurs vous en souhaitent une bonne lecture.

Pour aller plus loin

Vous êtes intéressé(e) et vous recherchez un service direct de conseil pour l'achat éventuel d'une installation de stockage par batterie? L'annuaire professionnel «Les Pros du solaire» vous permettra de trouver des fournisseurs proches de chez vous qui sauront vous conseiller de manière compétente. **www.prosdusolaire.ch**

Vous trouverez également des informations générales sur la consommation propre dans le manuel de SuisseEnergie «Comment optimiser la consommation propre de courant solaire»: **www.publicationsfederales.admin.ch**, Numéro d'article 805.529.F

La présente publication et son contenu sont le fruit d'une coopération entre

- Basler & Hofmann SA
- Energie Zukunft Schweiz
- Swissolar