

LA VOITURE COMME BATTERIE DOMESTIQUE? TEST DU CHARGEMENT BIDIRECTIONNEL

RÉSULTATS DES ESSAIS À DOMICILE

Dans le cadre de la transition énergétique, il est essentiel d'utiliser l'énergie de manière intelligente. La recharge bidirectionnelle (souvent appelée 'vehicle to grid' ou V2G), qui permet aux véhicules électriques (VE) non seulement de prélever de l'énergie, mais aussi de la restituer, offre un énorme potentiel. Cette technologie n'en étant qu'à ses débuts, Volta, le centre de connaissances du secteur de l'électrotechnique, a décidé de la mettre en pratique au domicile de l'un de ses employés.

Bart Vannoppen

QU'EST-CE QUE LA RECHARGE BIDIRECTIONNELLE ET QUEL EST SON INTÉRÊT?

Une voiture électrique qui ne fait que charger est un consommateur. Mais une voiture qui peut également se décharger devient un transporteur d'énergie flexible. C'est le principe de la recharge bidirectionnelle: l'énergie peut aller dans les deux sens. En période de production solaire ou éolienne abondante, un véhicule électrique peut être chargé, en utilisant l'énergie qui serait autrement renvoyée au réseau (Fig. 1: vert clair). Lorsque le véhicule est présent (et donc connecté) et contrôlé par un système de gestion de l'énergie (Energy Management System - EMS), les avantages sont les suivants:



- optimisation de l'autosuffisance: utilisez l'énergie stockée de votre VE pour votre maison, afin d'éviter les prélèvements sur le réseau (Fig. 1: violet)
- charge de capacité: lors des pics de consommation, la VE peut absorber les pics afin de maintenir la limite inférieure de 2,5 kW
- compensation des déséquilibres via un agrégateur: certains systèmes EMS peuvent recevoir des signaux d'un agrégateur pour charger/décharger votre voiture lorsque le réseau en a besoin. Pour chaque fois que votre voiture aide le réseau, vous recevez une part de la redevance.

CA OU CC: POURQUOI CHOISIR LE COURANT CONTINU? CHARGEMENT EN COURANT ALTERNATIF?

La plupart des stations de recharge actuelles fonctionnent en courant alternatif. C'est l'onduleur de la voiture qui effectue la conversion du courant alternatif en courant continu. Le courant continu est nécessaire pour charger la batterie.

La connexion au réseau se fait donc dans la voiture elle-même, ce qui signifie qu'elle doit être conforme au code de réseau du pays/de la région où la voiture est branchée. Étant donné qu'une voiture est mobile et peut donc se trouver en Belgique aujourd'hui, en France demain et en Allemagne le surlendemain, l'onduleur doit être en mesure de respecter tous les codes de réseau, en fonction de son emplacement. Ce n'est pas impossible, mais ce n'est pas non plus facile à réaliser pour les constructeurs automobiles.

Le code réseau à respecter en Belgique est le C10/11 de Synergrid. Toutefois, aucun onduleur de marque automobile n'a encore été homologué par Synergrid, et aucune demande n'a été introduite en ce sens, ce qui signifie que, bien que plusieurs voitures puissent déjà se recharger en courant alternatif, elles ne sont pas encore autorisées à le faire en Belgique. Pour charger efficacement un VE, il est utile que le système EMS puisse lire le pourcentage de la batterie ou le SoC (State of Charge) de la voiture afin de

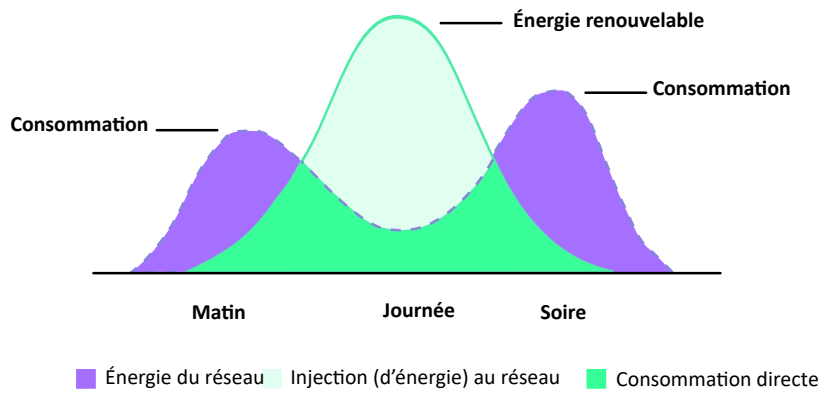


Fig. 1 Profil théorique typique de la production photovoltaïque et de la consommation du réseau

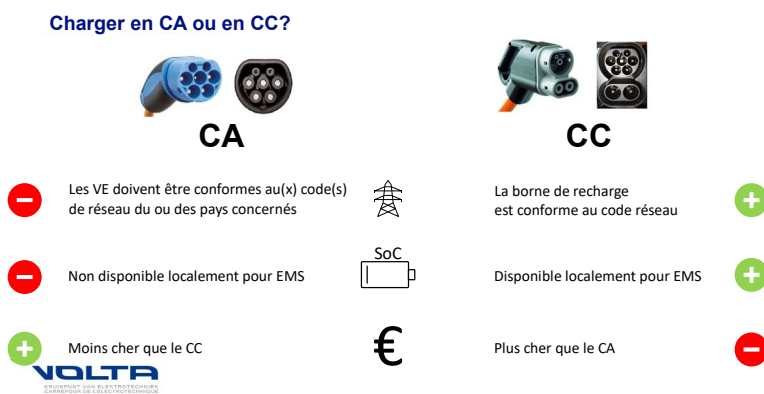


Fig. 2 Comparaison entre les infrastructures de charge en courant alternatif et en courant continu

garantir un pourcentage minimum de la batterie pour que l'utilisateur puisse parcourir les kilomètres souhaités à tout moment. Avec le protocole de communication CA standard, cela n'est pas possible. Avec les nouvelles stations de recharge qui suivent la dernière norme pour la recharge bidirectionnelle (ISO15118-20), ces informations sont disponibles pour l'EMS.

OU VAUT-IL MIEUX CHARGER EN COURANT CONTINU?

Dans le cas de la recharge en courant continu, la conversion du courant alternatif en courant continu s'effectue dans la station de recharge. Comme elle ne peut pas changer d'emplacement, elle doit uniquement se conformer au code du réseau où elle est installée, quelle que soit la voiture qui y est connectée. Avec la charge en courant continu, le

SoC de la batterie est co-communicé par le protocole de charge par défaut, ce qui est un avantage pour le contrôle EMS.

En général, on trouve des stations de charge à courant continu le long des autoroutes pour une charge rapide de 50 à 400 kW, mais aujourd'hui, on trouve également des stations de charge à courant continu pour les installations domestiques. Il s'agit souvent d'onduleurs hybrides d'une capacité allant jusqu'à 10 kW, auxquels des panneaux solaires ou une batterie peuvent être raccordés en courant continu.

Pour la recharge en courant continu, le connecteur CCS est utilisé, tandis que pour la recharge en courant alternatif, il s'agit d'un connecteur de type 2. Certains VE n'ont pas de connecteur CCS (par exemple la Nissan Leaf), il est donc important d'en tenir compte.

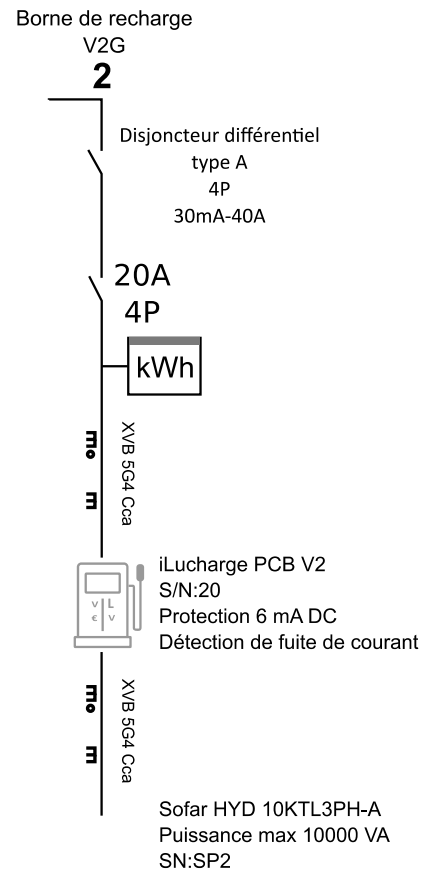


Fig. 3 Inspection RGIE

INSTALLATION DU CAS D'ESSAI

Dans le cas d'essai, une station de recharge à courant continu a été choisie après les recherches nécessaires. Au moment de l'achat, il n'existait pas non plus de stations de recharge en courant alternatif conformes à la norme ISO15118-20, de sorte qu'une station de recharge en courant continu était la seule option pour pouvoir lire le SoC avec l'EMS en vue d'un contrôle intelligent. La station de charge choisie utilise un onduleur photovoltaïque hybride qui répond aux exigences de Synergrid, où le module de charge est placé sur la connexion de la batterie de l'onduleur, de sorte que la voiture prend en fait la place de la batterie de la maison. Bien entendu, une inspection RGIE est également requise après l'installation. Celui-ci nécessite une détection de fuite de 6mA DC combinée à un interrupteur différentiel de 30 mA, comme pour une station de charge ordinaire.

OBLIGATION DE DÉCLARATION

Lorsque vous installez une station de recharge et que le contrôle RGIE a été effectué, vous êtes tenu de le signaler à Fluvius. Vous pouvez le faire en ligne via My Fluvius. Bien entendu, il vous sera demandé de joindre les documents nécessaires (contrôle RGIE et détails de la station de recharge). Si vous avez tous les documents en main, cette tâche sera accomplie en quelques minutes.

CHOIX DE LA VOITURE

Bien entendu, nous avons également besoin d'une voiture qui permette la recharge bidirectionnelle dans la pratique. Plusieurs marques et modèles ont été envisagés: La Nissan Leaf, les modèles ID de VW et la Kia EV6. La Leaf, comme nous l'avons dit, n'a pas de connecteur CCS et n'a donc pas été retenue. Chez VW, la charge bidirectionnelle n'est possible que pour les plus gros blocs de batterie (77 kWh), et la décharge est également limitée à 10.000 kWh ou 4.000 heures de décharge, ce qui n'est pas optimal. Bien que la Kia EV6 ne prenne pas officiellement en charge le V2G, il semble que cela soit possible dans la pratique. Lors des tests, 8 kW ont été déchargés avec succès pendant 75 minutes, et l'EV6 a été achetée.

EFFICACITÉ DES TESTS

Il est bien connu que les rendements de l'électronique de puissance diminuent fortement à faible charge. Pour identifier les pertes réelles et le rendement total des onduleurs, des mesures sont effectuées à tous les points de l'installation (Fig. 5).

Ici, l'onduleur et le module de charge ont tous deux une puissance nominale $P_n=10\text{kVA}$. Les tests ont été effectués de 10 kW (charge) à -10 kW (décharge). Entre 5 et 10 kW (50 à 100% de P_n), les rendements sont toujours supérieurs à 90%, entre 2 et 5 kW (20 à 50% de P_n), les rendements tombent à 80%, et en dessous de 2 kW (< 20% de P_n), les rendements (et les pertes) chutent de façon spectaculaire. Si vous voulez l'utiliser comme batterie

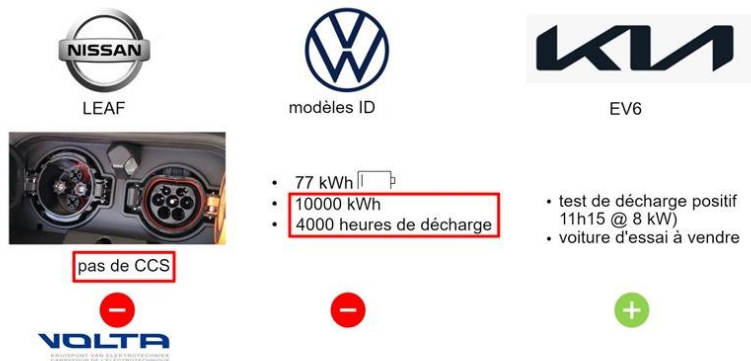


Fig. 4 Sélection de la voiture

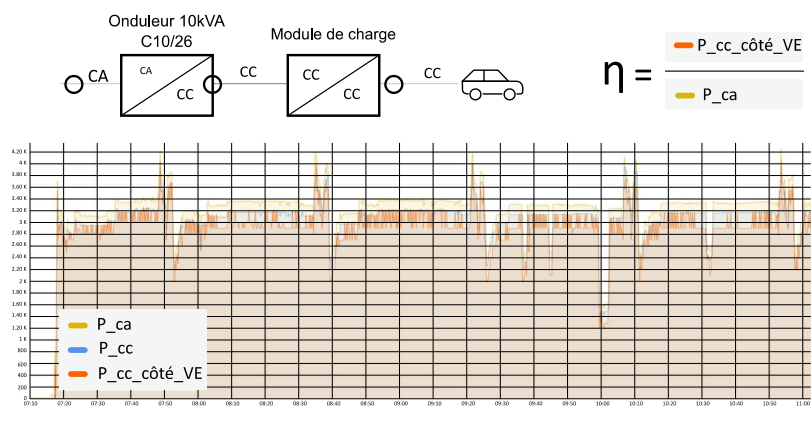


Fig. 5 Mesures

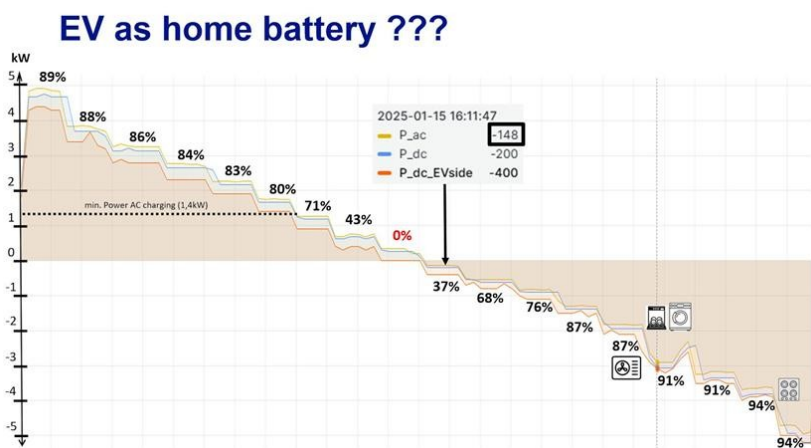


Fig. 6 Efficacité à $P_n < 50\%$

domestique, vous préférerez l'utiliser aussi efficacement que possible avec un minimum de pertes.

La figure 6 montre que pour fournir 148 W à la maison, par exemple pour absorber la consommation en veille, 400 W doivent être fournis par la voiture, ce qui équivaut à un rendement de 37%. Ainsi, 63% de l'énergie est perdue dans les pertes de l'onduleur, car l'onduleur de 10 kVA est alors

chargé à seulement 1,48% de P_n (148 W), ce qui n'est pas très réjouissant.

L'affirmation souvent faite à propos du V2G "vous pouvez alors utiliser votre voiture comme une batterie domestique et éviter les prélèvements sur le réseau" doit donc être nuancée, et c'est notre travail en tant qu'installateurs de communiquer cette information à nos clients de cette manière.

En déchargeant à 2 kW, on obtient des rendements de 87%, ce qui est certaine-

DC charging @ home

ment acceptable. Prenons l'exemple d'un lave-vaisselle ou d'un lavelinge: la résistance consomme généralement 2 kW pour chauffer l'eau pendant 10 à 45 minutes (en fonction du programme). Avec une décharge de 4 kW (par exemple, cuisson ou pompe à chaleur), on obtient même un rendement de 94%. Il est donc important que les systèmes EMS en tiennent compte à l'avenir.

Pour les services de soutien au réseau, les rendements seront de facto élevés, car il s'agit alors de fournir autant d'énergie que possible pendant le temps d'activation. Il sera également souhaitable que les systèmes EMS mettent en place des intégrations avec des agrégateurs qui peuvent transmettre des signaux pour soutenir le réseau, et laisser le client final partager les revenus qui en découlent.

COMPORTEMENT DU CHARIOT

Dans le cas d'essai (charge en courant continu), la commande EMS veille à ce que le surplus de PV soit stocké dans le chariot en vue d'une utilisation ultérieure. À un certain moment, il a été observé que, bien que plus de 1 à 2 kW aient été chargés pendant toute une période, le niveau de la batterie a baissé.

Il s'est avéré que, lorsqu'elle est connectée à la station de charge CC, la Kia s'attend à une charge rapide (50-400 kW) et, par temps froid, décide d'allumer le chauffage de la batterie (5 kW). Ce n'est pas le cas avec la recharge en courant alternatif. Kia pourrait facilement corriger ce problème avec une mise à jour du logiciel, mais je me demande s'ils le feront.

NÉCESSITÉ D'UN CADRE LÉGISLATIF

Pour vraiment faire avancer la transition énergétique, les VE devraient pouvoir se recharger à n'importe quel endroit, à des moments où il y a beaucoup d'énergie renouvelable ou bon marché, puis se décharger à des moments où il y a peu d'énergie renouvelable, et éventuellement à un autre endroit pour soutenir le réseau. En

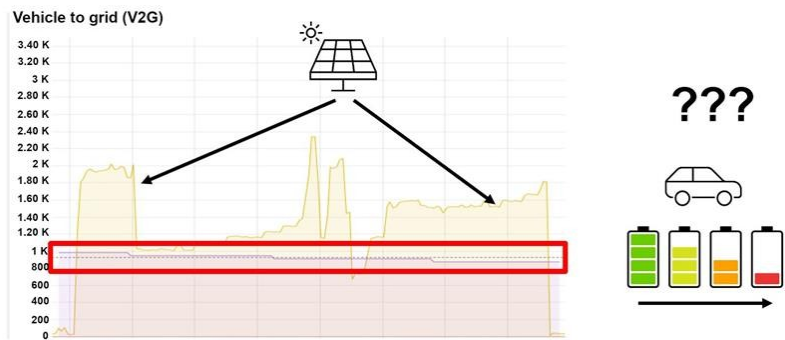


Fig. 7 Baisse du niveau de la batterie

DC charging - battery heating

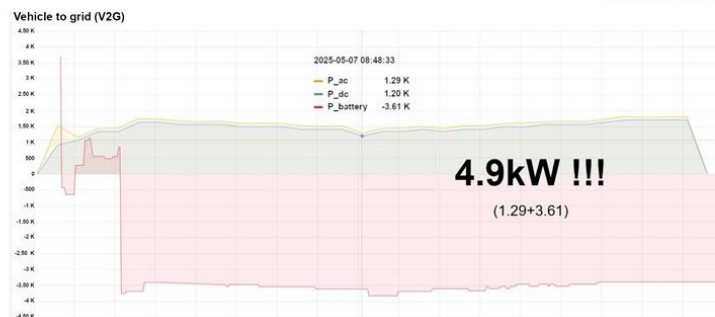
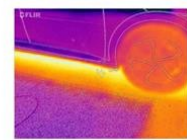


Fig. 8 Chauffage de la batterie lors d'une charge en courant continu

d'autres termes, la législation devrait permettre et encourager cela en fournissant un cadre clair et en encourageant ce concept. Ce n'est pas une tâche facile, car cela nécessiterait des changements au niveau fiscal pour déterminer comment les transferts d'énergie doivent/peuvent être réglés. Ce n'est que lorsque ces règles seront claires que des solutions techniques pourront être élaborées pour automatiser tout cela.

PRINCIPALES CONCLUSIONS

- Le V2G est déjà techniquement possible aujourd'hui. Le potentiel est énorme pour utiliser les énergies renouvelables de manière beaucoup plus utile, réduire votre propre facture et soutenir le réseau.
- Actuellement, le nombre de constructeurs automobiles qui le soutiennent est encore limité, mais l'élan est en train de se développer. Les systèmes EMS sont également en constante évolution et tire-

ront sans aucun doute pleinement parti de cette technologie à l'avenir.

- Pour que le V2G réussisse, il est nécessaire de modifier la législation et la fiscalité afin de permettre et d'encourager l'échange d'énergie et le règlement entre les différentes parties.
- À l'avenir, les SME devront veiller à ce que la charge et la décharge soient effectuées de manière efficace (avec des capacités suffisamment importantes).
- En tant qu'installateurs, nous jouons un rôle important en informant correctement les gens afin de ne pas créer de fausses attentes.

Contact

Pour plus d'informations sur ce projet test
Bart Vannoppen (Volta)
0471 204 317
Bart.vannoppen@volta-org.be
<http://www.linkedin.com/in/bartvannoppen>