

Rapport de veille technologique - Technifutur Campus Francorchamps - Projet PAE

Date de création : 15/06/2020

Rédacteur : Julien Ory

Technologie concernée

Domaine concerné : Automobile, Energie, infrastructures

Technologie(s): Motorisation alternative, Stockage électricité, Haute tension, Hybride, Electrique, bornes, Charge rapide, Charge lente

Contexte

Le développement des technologies liées aux véhicules électriques et hybrides suit une importante croissance depuis une dizaine d'années. Premièrement, les véhicules électriques longtemps considéré comme de « niche » proposant une faible autonomie pour un coût important commencent à se démocratiser. D'autre part, l'hybridation de certains véhicules thermiques ayant presque exclusivement comme but de réussir à ne pas dépasser certaines limites imposées en terme de dépollution est devenu un avantage en terme de fiscalité et d'économie pour l'utilisateur professionnel et/ou particulier.

Les véhicules électriques et certains véhicules hybrides sont rechargeables. L'évolution du nombre de points de rechargement est donc un élément clé dans l'adoption de ce type de motorisation alternative.

Description

1) Rappel technologique

Les principaux composants nécessaires à la recharge

- **Système de stockage d'énergie électrique** : Plus communément appelé batterie, ce composant permet de stocker l'énergie électrique lors d'un rechargement en connexion à une borne de rechargement, lors d'un freinage ou lorsque un générateur est entraîné par le moteur thermique. L'énergie électrique est stockée sous forme de tension continue (DC)
- **Convertisseur AC/DC** : Permet de recharger le véhicule en transformant la tension alternative (AC) du réseau électrique en haute tension continue (DC) vers le système de stockage d'énergie électrique.
- **La prise de charge** (uniquement sur les modèles électriques et hybride « Plug-in ») : permet la connexion électrique vers une installation fixe pour réaliser la charge du système de stockage d'énergie électrique. Suivant le type d'installation, cette prise de charge peut accueillir un connecteur faisant transiter de la tension alternative (AC) vers le convertisseur AC/DC et/ou directement de la tension continue (DC) vers le système de stockage d'énergie électrique.

Ces composants sont reliés entre eux par des **câbles dédiés à la haute tension** de couleur orange.

Lors de la charge d'un véhicule électrique ou hybride « plug-in », certains des composants sous haute tension listés ci-dessus seront alimentés.

2) Les bornes de recharge

Une borne de recharge est un élément permettant la recharge d'un ou plusieurs véhicules électriques ou hybride « plug-in » en toute sécurité.

La borne peut être de différents types : murale ou plus communément appelée « Wall-Box » soit posée au sol ou borne de type « totem ».

Certaines bornes ne permettent qu'une seule type de recharge mais d'autres bornes peuvent en cumuler plusieurs.

Il existe différents types de recharge :

- **Charge lente ou normale** (220VAC - de 8A à 16A ou 32A)

Ce type de charge peut être réalisé via la connexion du véhicule à une prise domestique classique (16A maximum si circuit électrique dédié) ou via une borne de rechargement type « wallbox » (si circuit électrique dédié).

- **Charge semi-rapide ou accélérée** (400VAC - de 16A à 32A)

Ce type de charge ne peut être réalisé uniquement via des connecteurs spécifiques et une borne de rechargement de type « wallbox » ou via une borne de rechargement raccordée à un circuit électrique 400VAC dédié.

- **Charge rapide** (400VAC - 63A ou plusieurs centaines de Volts DC)

Suivant que la charge se déroule en courant alternatif ou continu, des connecteurs spécifiques seront nécessaires.

Des dispositions particulières et un réseau électrique suffisamment dimensionnés sont nécessaires. Ce type de charge est difficilement envisageable chez les particuliers.

3) Les types de prises (connecteurs)

Afin que la connexion de la borne de rechargement ne puisse se faire qu'avec un véhicule prévu pour cette utilisation, différents types de prises ont été développés depuis ces dernières années :

Pour la recharge en courant alternatif (AC) :



- **Type 1 : Monophasé, 32A, 250V**

- **Type 2 : Monophasé/Triphasé, 63A, 500V**

- **Type 3 : Monophasé/Triphasé, 32A, 500V**

En Europe, c'est la prise de type 2 qui est retenue comme standard. Parmi les 3 types existant, c'est la seule prise qui permet de charger en monophasé comme en triphasé et d'accepter jusqu'à 63 Ampères.

Le constructeur automobile Tesla utilise également la prise de Type 2 dans ses chargeurs dédiés aux véhicules de la marque mais en ajoutant la possibilité d'une recharge en DC.

Pour la recharge en courant continu (DC) :



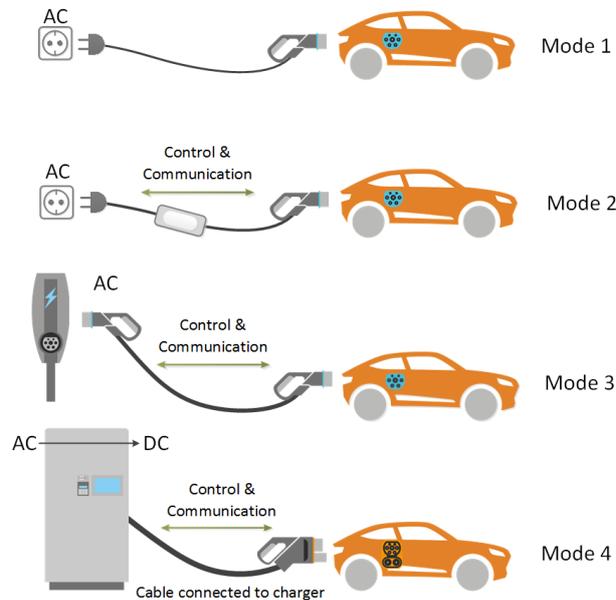
Prise CHAdeMO

Prise Combo

- **Type 4 ou CHAdeMO**
- **Combo CCS** (Combined Charging System) (Type 1 ou Type 2 + connecteur DC)

Le connecteur de Type 4 ou CHAdeMO est principalement utilisé sur les véhicules provenant d'Asie. Limitée par sa puissance maximale de 50kW, une nouvelle version permettant la recharge jusqu'à 400kW est annoncée mais en Europe, c'est le Combo CCS qui est le standard retenu pour la recharge rapide. Il s'agit d'une extension de la prise de Type 2.

4) Les différents modes de rechargement



Il existe 4 modes différents permettant la recharge. Ils sont principalement différenciable par la façon dont la charge est pilotée :

- **Mode 1** : Pas de prise dédiée, pas de contrôle de la charge. Ce mode est déconseillé voir interdit dans certaines régions.
- **Mode 2** : Pas de prise dédiée mais le contrôle de la charge se fait via un dispositif de surveillance et de protection intégré au câble.
- **Mode 3** : Prise dédiée spécifique à la charge en AC, le dispositif de surveillance et de protection est intégré à l'infrastructure de rechargement. Le raccordement peut se faire soit via un câble transportable par l'utilisateur, soit via un câble attaché en permanence à la borne de recharge.
- **Mode 4** : Prise dédiée spécifique à la charge en DC, le dispositif de surveillance et de protection et le convertisseur AC/DC sont intégrés à l'infrastructure de rechargement. Le raccordement doit être réalisé à partir d'un câble attaché en permanence à la borne de recharge.

5) Le temps de rechargement

Le temps de rechargement va dépendre de plusieurs paramètres :

- **La capacité de la batterie** : Pour une même puissance délivrée, au plus grande sera la capacité de la batterie, au plus le temps de rechargement sera important.
- **L'état de charge de la batterie** : le temps de rechargement sera influencé par la capacité restante de la batterie (Par exemple, recharger de 0% à 100% prendra plus de temps que de recharger de 50% à 100%)
- **La puissance maximale admissible par le véhicule** : On ne peut pas recharger une batterie de véhicule électrique au-delà de la puissance maximale admissible par les différents composants sous haute tension du véhicule (Limitation par le convertisseur AC/DC, le type de connecteur utilisé et le système de gestion de la batterie)
- **La puissance maximale délivrable par la borne de recharge** : On ne peut pas recharger une batterie au-delà de la puissance maximale délivrable par la borne de recharge, et ce, même si le véhicule peut accepter une puissance supérieure.
- **La gestion électronique de la batterie** : En fonction de différents paramètres (température extérieure, température interne de la batterie, résistance interne, état de charge, humidité,...) la gestion électronique de la batterie peut limiter la puissance de charge afin de garantir une recharge en toute sécurité. Le vieillissement de la batterie est un facteur qui sera également pris en compte lors de recharge de type semi-rapide et rapide.

6) Les évolutions technologiques

- Charge par induction

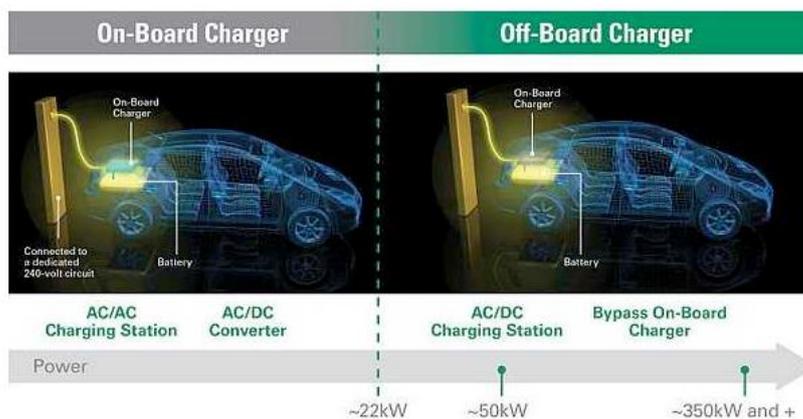


La charge par induction permet de recharger la batterie d'un véhicule hybride sans aucun contact. La plaque, intégrant une bobine, connectée à l'installation électrique et posée au sol permet, en générant un champ magnétique, d'alimenter le convertisseur AC/DC embarqué dans le véhicule, par l'intermédiaire d'une seconde bobine installée sous le véhicule.

La position du véhicule doit permettre aux 2 bobines d'être alignées. Le système de parking automatique du véhicule aide le conducteur à placer le véhicule correctement.

L'intérêt semble limité aux voitures hybrides rechargeables étant donné que la puissance de charge ne dépasse actuellement pas 3.2kW (l'équivalent d'une prise dédié en 220VAC - 16A)

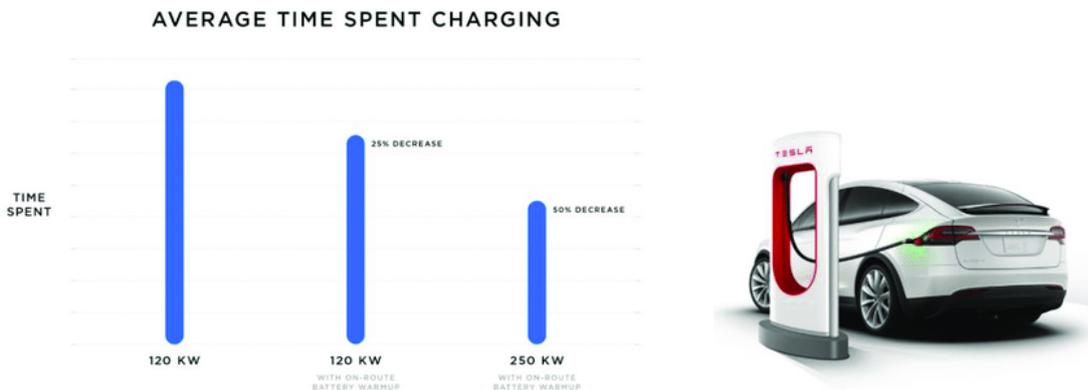
- Charge « ultra » rapide



Les dernières évolutions en termes de puissance de charge sont liées à l'augmentation de la haute tension à bord des véhicules électriques et hybrides « plug in ».

Certains réseau de bornes proposent actuellement des bornes permettant une recharge jusqu'à 350kW.

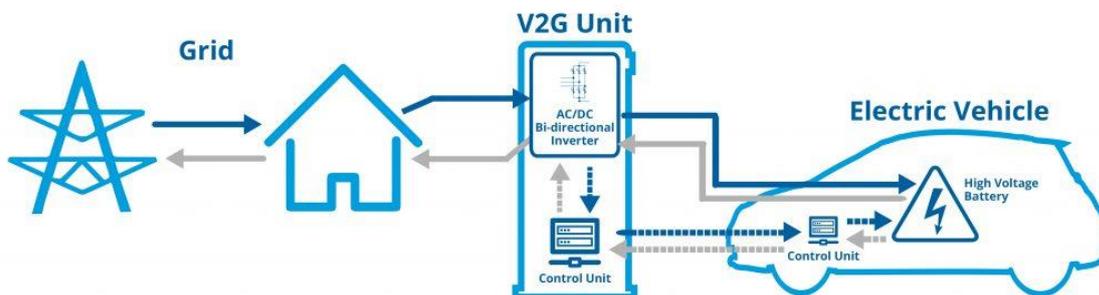
- **Le cas Tesla**



Le constructeur automobile Tesla a développé un réseau de bornes spécifiques délivrant, dans leurs premières versions, une puissance de 120kW et uniquement compatibles avec ses propres modèles. Même si un véhicule de la marque Tesla peut se recharger sur tous les types de bornes compatibles avec le connecteur de Type 2 utilisé (Le connecteur Combo CCS est utilisable via adaptateur ou sur les modèles les plus récents) il est impossible pour un véhicule d'une autre marque de venir se connecter à une borne Tesla. Les protocoles de communication et l'utilisation du connecteur de Type 2 étant spécifiques.

La puissance délivrée atteint désormais les 250kW sur la dernière génération de ces bornes.

- **Le vehicle to grid**



Certains constructeurs automobiles ont permis un accès et une compatibilité avec des bornes de rechargement offrant la possibilité de décharger l'électricité stockée dans la batterie vers le réseau électrique.

Cette fonctionnalité encore très peu répandue permet au véhicule de jouer le rôle de batterie stationnaire dans le réseau électrique auquel elle est connectée. Il est alors possible, suivant différents paramètres de recharger ou de décharger le véhicule.

La combinaison de cette technologie avec, par exemple, l'intermittence de production d'électricité provenant de sources renouvelables, peut limiter l'impact de la charge d'un véhicule électrique ou hybride « plug in » sur le réseau de distribution.

En cas de coupure provenant du réseau de distribution, il est également envisageable que le véhicule connecté devienne une source d'alimentation électrique de secours.

Sources d'information

<https://www.educam.be/fr/certification/vehicules-hybrides-et-electriques>
<https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/combien-de-temps-faut-il-pour-recharger-une-batterie-de-voiture-electrique/1621/>
<https://greentransportation.info/ev-charging/range-confidence/chap8-tech/ev-dc-fast-charging-standards-chademo-ccs-sae-combo-tesla-supercharger-etc.html>
<http://www.greenemotion-project.eu/dissemination/deliverables.php>
<https://new.abb.com/ev-charging/products/car-charging/multi-standard>
<https://www.automobile-propre.com/tesla-superchargeur-v3-charge-1600-kmh/>
<https://www.stagobel.be/fr/news/wijziging-normering-laadpunten-voor-elektrische-wagens/>
<https://www.ednasia.com/electric-vehicle-charging-how-technology-and-smart-engineering-will-make-our-electric-future-possible/>
<https://www.automobile-propre.com/dossiers/v2g-v2h-v2b-les-voitures-electriques-et-les-reseaux-intelligents/>
<https://www.press.bmwgroup.com/france/article/detail/T0281463FR/la-recharge-par-induction-bmw-la-batterie-de-la-bmw-530e-iperformance-plus-facile-%C3%A0-recharger-que-de-faire-un-plein-de-carburant?language=fr>
<https://ionity.eu/en/design-and-tech.html>