Essor de la voiture électrique en Suisse

Autor(en): **Vuille, François / Montemurro, Fabio**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **102 (2011)**

Heft 2

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856774

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Essor de la voiture électrique en Suisse

Impact, forces et faiblesses de l'électromobilité

Si la voiture électrique est souvent présentée comme la solution miracle par ses partisans, la question de l'impact de l'électrification des transports sur le réseau électrique n'est que trop rarement évoquée. Raison pour laquelle, sur la base d'une étude réalisée au Royaume-Uni, nous allons aborder ici certaines des questions les plus pressantes que se posent les gestionnaires de réseau. Dans un deuxième temps, nous tenterons de cerner les principaux moteurs et freins au déploiement des voitures électriques en Suisse.

François Vuille, Fabio Montemurro

Après deux tentatives infructueuses de s'imposer sur le marché de l'automobile, respectivement au début du 20e siècle et dans les années 90 aux Etats-Unis, le concept de voiture électrique revient aujourd'hui en force. Avec 4 modèles actuellement commercialisés, plus de 27 attendus sur le marché d'ici 2013, et des prévisions de ventes entre 4 et 10 mio. de voitures entièrement électriques d'ici à 2020, il semblerait que la troisième tentative soit la bonne.

Mais qu'est-ce qui a fondamentalement changé depuis l'infanticide de la EV1 de General Motors en 1996? Principalement 2 choses: tout d'abord, les progrès fulgurants de la batterie lithium-ion ont permis d'atteindre des densités énergétiques offrant une autonomie raisonnable aux voitures électriques. Ensuite, dans la transition de notre société vers une économie à bas taux de carbone, le véhicule électrique revêt un potentiel très important de décarbonisation du secteur des transports. De fait, un nombre croissant de gouvernements mettent en place des politiques de soutien aux voitures électriques.

Problème de puissance, pas d'énergie

Dans les pays industrialisés, le secteur électrique et le secteur automobile présentent une consommation d'énergie finale du même ordre de grandeur, mais dans un rapport de puissance de l'ordre de 30–40. Cela s'explique par le fait que l'appareil de production électrique tourne en continu, tandis que le taux d'utilisation du parc automobile est de l'ordre de 5%.

Ainsi, la substitution des voitures à essence par des voitures électriques aura un impact relativement faible sur le réseau en termes de consommation électrique totale. En considérant, par exemple, un taux de pénétration de 30% des voitures électriques au Royaume-Uni (soit 8,5 mio. de véhicules) pour un kilométrage annuel moyen de 13000 km (très similaire au cas suisse), l'augmentation de la demande électrique totale ne sera que de quelque 4%.

Par contre, et c'est là que le bât blesse, ces 8,5 mio. de voitures électriques pourraient produire un accroissement du pic de puissance journalier de quelque 10 GW (pour 130 GW installés actuellement), si une liberté totale est laissée au consommateur pour recharger son véhicule quand bon lui semble. Ceci est dû à la forte corrélation entre le profil de charge du réseau actuel et la demande de charge escomptée des véhicules électriques, avec des pics de demande conjoints notamment en fin de journée.

Il va sans dire qu'un tel scénario aurait des conséquences critiques en termes d'investissement dans des capacités de production additionnelles pour satisfaire à cette nouvelle demande spécifique. C'est l'une des inquiétudes majeures des gestionnaires de réseaux. Et, tant qu'un modèle d'affaires convaincant permettant de lever ces inquiétudes n'aura pu être établi, les compagnies électriques se montreront probablement réticentes à déployer l'infrastructure de recharge au-delà de l'anecdotique. A fortiori dans un contexte de croissance de production décentralisée, de transition vers les technologies smart grid et de libéralisation du marché. Cela fait beaucoup de défis simultanés pour la branche électrique. En ce sens, la question de l'électromobilité ne tombe pas forcément au bon moment.

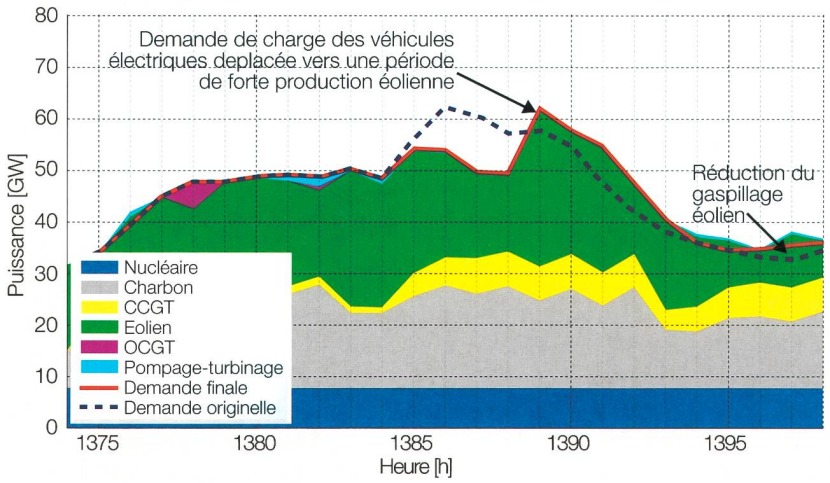


Figure 1 Profil de charge sur 24 h optimisé par le Demand Side Management.
Le pic de demande des véhicules électriques a notamment pu être déplacé d'environ 3 h pour tirer parti d'un pic de production éolien, permettant ainsi de réduire de près de 10 GW le pic thermique. En outre, le DSM a permis de réduire le gaspillage éolien lorsque le pompage-turbinage était saturé. Le mix de production considéré est celui d'un « scénario éolien » du Royaume-Uni en 2020.

Le potentiel économique du Demand Side Management (DSM)

La gestion de la demande de charge des véhicules électriques, ou Demand Side Management (DSM), est un système intelligent permettant d'inciter le consommateur à modifier son profil de demande afin d'obtenir un meilleur profil de charge et de réduire le coût total de génération (sans nécessairement modifier la demande électrique totale). Dans le cas de l'électromobilité, le DSM présente un potentiel important de réduction des pics de charge des véhicules électriques, tout en offrant des synergies très intéressantes avec les renouvelables intermittents.

Une étude récente réalisée au Royaume-Uni [1] a en effet permis de comparer l'impact sur le profil de charge du réseau de différents modèles de recharge des voitures électriques ; en se basant sur une modèle opérationnel du réseau électrique (qui intègre une modélisation stochastique des renouvelables intermittents et de la demande électrique totale autour du pronostic de charge journalier), les optimums économiques ont été recherchés qui permettent de minimiser les coûts de génération électrique sous différents modèles de recharges des voitures électriques.

Cette étude a notamment permis de montrer la limitation du modèle de « recharge nocturne aveugle ». Celui-ci consiste à reporter de manière systématique et non contrôlable la demande de charge des véhicules électriques vers la période creuse (22 – 6 h). Cette approche, trop souvent considérée comme la « solution logique qui s'impose d'elle-même », ne permet en fait ni d'optimiser la synergie avec le renouvelable intermittent ni de minimiser les coûts totaux de génération.

Grâce à leur report de charge intelligent [2], les DSM offrent un potentiel bien plus significatif de réduction des pics thermiques, tout en permettant une réduction des éventuels gaspillages éoliens, une optimisation accrue du pompage turbinage **(figure 1)**, et une synergie avec la production nucléaire.

La question de l'optimisation économique de l'infrastructure de recharge reste néanmoins complexe. Plus l'infrastructure de recharge est rapide, plus l'investissement sera élevé, mais plus le DSM permet de réduire le coût total de génération, car il peut tirer parti d'un potentiel élevé de déplacement de la demande de recharge.

Pour le cas du Royaume-Uni, l'étude a montré que le DSM pouvait apporter non seulement une réduction des coûts opérationnels par la diminution des unités de production en charge partielle, mais également un ajournement des investissements dans de nouvelles capacités de production. La plus-value économique du DSM associée à une infrastructure de recharge semi-rapide à 7,7 kW a été estimée entre CHF 1500 et 2800 par voiture électrique, ce qui représente a priori une opportunité très attractive pour les gestionnaires de réseau compte tenu des prédictions de pénétration du marché des véhicules électriques.

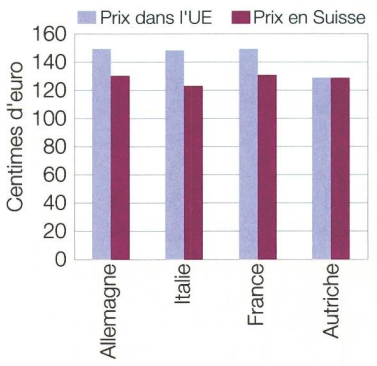
Finalement, la question de l'électromobilité, avec son lot de synergies avec la production décentralisée et le smart grid, tombe peut être au bon moment!

En Suisse, un contexte plutôt favorable

Aujourd'hui le coût des batteries demeure la principale barrière au déploiement à large échelle des « pures électriques » et des hybrides rechargeables. Au prix actuel d'environ 1100 CHF/kWh, le système de batterie reviendrait à CHF 83 000 par voiture pour une autonomie équivalente aux véhicules à essence de même catégorie (minimum de 500 km) [3]. Ce prix étant prohibitif, la plupart des constructeurs ont pour stratégie de limiter l'autonomie à quelque 150 km afin de rendre les voitures électriques abordables. Malgré ceci, elles restent environ deux fois plus chères à l'achat que des véhicules classiques de catégorie égale. Des réductions de coûts de production des batteries Li-ion sont certes attendues, mais les annonces à 300 kWh/kg tiennent plus de la propagande commerciale que d'une valeur cible réellement atteignable à l'horizon 2020.

Compte tenu de ces performances technico-économiques, la voiture électrique n'est pas aujourd'hui appropriée pour tous les marchés. Six critères principaux doivent être réunis afin d'assurer un taux de pénétration important dans un pays donné.

Tout d'abord, une part conséquente des trajets effectués doivent être urbains ou périurbains, compatibles avec l'autonomie limitée des voitures électriques et permettant le déploiement centralisé de l'infrastructure de recharge. Avec 95 % des trajets parcourus inférieurs à 40 km, la Suisse remplit parfaitement ce critère. Il faut noter que le déploiement d'une infrastructure de recharge rapide (100 kW en 10 – 15 min) n'est pas près de voir le jour, car aucun business model convaincant ne permet aujourd'hui de la rentabiliser. Par conséquent, les trajets pendulaires ne pourront être couverts sans range extender [4] (tel que proposé par les hybrides rechargeables série).



Administration fédérale des douanes (AFD)

Figure 2a Prix de l'essence SP 95 aux frontières suisses

Exception faite de l'Autriche, avec un cours de l'euro à 1.293 CHF, l'essence sans plomb 95 est toujours plus chère dans l'Union européenne qu'en Suisse. En l'occurrence, les prix à la pompe ont été comparés de part et d'autre de la frontière bâloise, tessinoise, genevoise et liechtensteinoise.

Le prix de l'essence à la pompe doit être élevé et le prix de l'électricité faible afin de permettre à la voiture électrique d'être compétitive en terme de coût total de possession (le faible coût opérationnel compensant le prix d'achat élevé). A cet égard, la Suisse n'offre pas vraiment les conditions de marché idéales avec un prix de l'essence parmi les plus faibles d'Europe et un prix de l'électricité dans la moyenne européenne **(figures 2a et 2b)**. Par conséquent, il est peu probable que la voiture électrique puisse être compétitive en Suisse dans la prochaine décennie, restreignant la probabilité de développement d'un marché de masse.

Le mix électrique doit avoir une faible intensité carbone, afin de permettre une décarbonisation importante du secteur des transports. A cet égard, la Suisse offre un terrain de prédilection pour la voiture électrique : ayant une flotte automobile parmi les plus polluantes d'Europe [5] et un mix électrique presque dépourvu d'émissions de CO_2, le potentiel de réduction des gaz à effet de serre lié à l'électromobilité y est très important. Evidemment, à condition de ne pas acheter d'électricité charbonnée en Allemagne pour couvrir l'augmentation de la demande associée à l'électromobilité …

AES

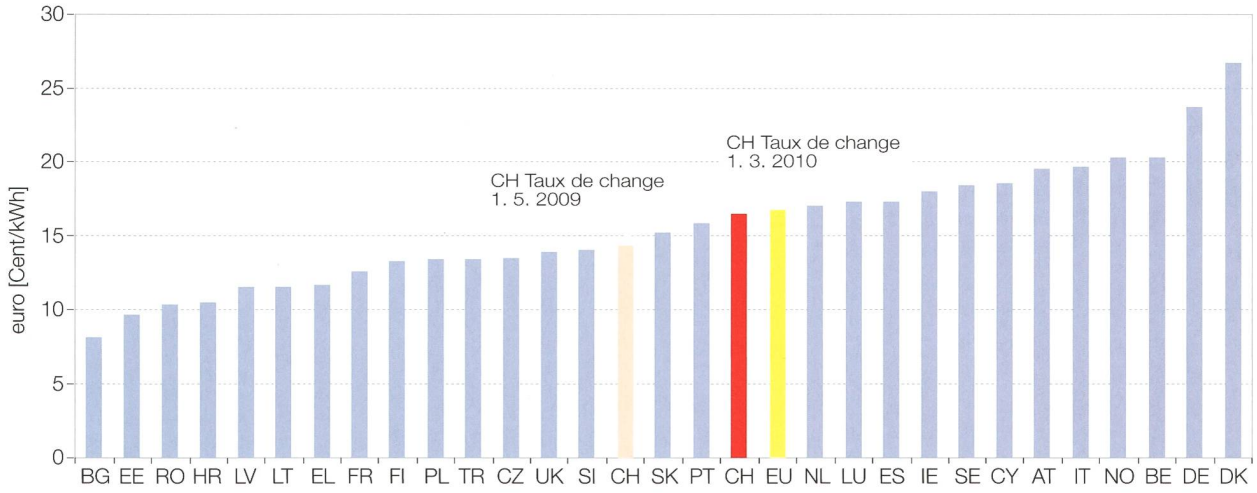


Figure 2b Prix de l'électricité pour les ménages européens en 2010 (taxes incluses)

Les gouvernements doivent fournir un soutien permettant d'atténuer la barrière financière et rendre la voiture électrique attractive pour le consommateur. Nombre de pays ont déjà mis en place d'importantes incitations à l'achat: France, Espagne, Italie, Suède, Danemark, Royaume-Uni, Irlande, Chine, Japon, Canada et Etats-Unis, avec des subsides allant de 3000 à 20000 CHF par véhicule. La Suisse n'a pour l'instant pas fait grand-chose en ce sens, même si plusieurs messages encourageants ont pu être entendus ces 12 derniers mois émanant directement de notre gouvernement. Ceci étant, il y a fort à parier que toute forme de subside sera relativement limitée dans le temps et uniquement destinée à permettre au marché de décoller.

Cela pour deux raisons: d'une part, les gouvernements sont généralement peu prompts à subsidier des produits auxquels seule la frange la plus aisée de la population aura accès. D'autre part, le déploiement des véhicules électriques représentera une diminution des recettes pour les gouvernements en termes de taxe sur les huiles minérales (celle-ci couvre aujourd'hui près de 9% des recettes de la Confédération. Une pénétration de 10% de véhicules électriques signifierait une baisse des recettes de plus de 500 mio. CHF par an). La voiture électrique devra donc voir son coût de production diminuer rapidement et de manière drastique, afin de s'assurer une part de marché durable et croissante.

Le secteur privé doit être impliqué afin de créer un environnement favorable. Les importateurs de véhicules, le secteur financier, les assureurs, les garagistes, et surtout les compagnies électriques doivent être en mesure de travailler ensemble pour garantir que toutes les composantes nécessaires au déploiement du marché se mettent en place de manière coordonnée. En Suisse, le marché très fragmenté de l'électricité ne représente pas un terreau optimal. Il sera nécessaire que les principaux acteurs de la branche se concertent et s'accordent afin de permettre un déploiement harmonieux et optimisé de l'infrastructure de recharge.

Le contexte socio-économique doit être favorable, et c'est largement le cas de la Suisse. Les critères principaux qui influent sur le taux de pénétration des voitures électriques sont:

- un pouvoir d'achat élevé permettant de lever la barrière du capital;
- un marché de seconde voiture développé, étant donné que la voiture électrique ne pourra pas, à court et moyen terme, remplacer la voiture familiale à cause de sa trop faible autonomie;
- une forte proportion d'habitations avec places de parcs privées permettant un accès facilité à des prises de recharge longue durée (6–8 h, 5 kW).

Zusammenfassung **Elektroautos sind in der Schweiz im Trend**

Auswirkungen, Stärken und Schwächen der Elektromobilität

Die Entwicklung, dass Autos mit Benzinmotoren von Elektroautos abgelöst werden, wird eine sehr leicht quantifizierbare Auswirkung auf das Netz haben, was den Gesamtverbrauch an Strom betrifft. Wenn man beispielsweise von einer Durchdringungsrate der Elektrofahrzeugen von 30% in Grossbritannien (also 8,5 Mio. Autos) mit einer durchschnittlichen Jahreskilometerleistung von 13000 km (sehr ähnlich im Fall der Schweiz) ausgeht, so wird der Strombedarf insgesamt nicht mehr als etwa 4% steigen. Allerdings könnten diese 8,5 Mio. Elektroautos im Gegenzug für eine Erhöhung der Tagesleistungsspitze um etwa 10 GW (bei einer aktuell installierten Leistung in Grossbritannien von 130 GW) sorgen, wenn dem Verbraucher gänzlich freie Hand gelassen wird, wann er sein Fahrzeug auflädt. Dies ist durch die enge Korrelation zwischen dem Ladeprofil des derzeitigen Netzes und dem erwarteten Ladebedarf der Elektroautos, mit gemeinsamen Nachfragespitzen insbesondere zum Tagesende, bedingt. Im Fall von Grossbritannien haben Studien gezeigt, dass das Demand Side Management (DSM) nicht nur eine Reduzierung der Betriebskosten durch die Verringerung der Produktionseinheiten im Teillastbetrieb ermöglicht, sondern auch eine Verschiebung von Investitionen in neue Produktionskapazitäten erlaubt. Aus diesem Grund ist eine systemische Sicht der Problematik und ein engagierter und koordinierter Ansatz der Akteure der Strombranche eine unabdingbare Voraussetzung für den Erfolg der Elektromobilität. Gn

A ce jour, les conditions de marché ne sont pas suffisamment remplies pour que la Suisse puisse jouer un rôle de pionnier dans le déploiement des véhicules électriques. Des pays comme le Danemark, Israël ou la France offrent des contextes nettement plus favorables.

Ceci étant, la Suisse présente une chance unique de faire mieux. En effet, elle bénéficie de conditions socio-économiques particulièrement favorables et ce sont là des barrières normalement très difficiles à surmonter. Avec une certaine volonté politique, additionnée d'un effort conjoint et concerté des compagnies électriques au déploiement de l'infrastructure de recharge, la Suisse pourrait devenir l'un des pays au plus fort taux de pénétration des voitures électriques à l'horizon 2025.

Un pari sur l'avenir

L'avènement de la voiture électrique va amener un changement de paradigme tant au niveau technologique que socio-économique. Cette transition comportera indéniablement des risques pour les acteurs impliqués (industrie automobile, compagnies électriques, gouvernements et consommateurs), en particulier pour ceux qui oseront être les pionniers de l'électromobilité. Mais, le jeu en vaut la chandelle, tant les bénéfices retirés pourront être importants.

Par contre, une vision systémique de la problématique et une approche engagée, coordonnée et concertée entre les acteurs précités représente une condition sine qua non au succès de l'électromobilité. A cet égard, la Suisse, pays de la concordance et du consensus, à tout pour bien faire. D'autant que son contexte socio-économique présente un terreau particulièrement favorable au déploiement de la voiture électrique. La Suisse sera-t-elle visionnaire sur ce coup? On ne demande qu'à en être convaincu.

Notes

[1] Etude privée réalisée conjointement par E4tech et l'Imperial College de Londres. Contacter l'auteur de cet article pour plus de détails.

[2] A condition d'avoir les batteries chargées en fin de nuit afin que l'utilisateur puisse repartir avec son véhicule en pleine autonomie.

[3] Calculé sur la base d'une efficacité moyenne de 0,15 kWh/km, correspondant à un système de batterie de 75 kWh.

[4] Le range extender est un petit moteur à combustion qui permet de recharger la batterie via un alternateur, augmentant ainsi l'autonomie du véhicule. Le range extender tourne toujours à son point de fonctionnement optimal, le rendant ainsi très efficace. Ce genre de véhicules est communément appelé Extended Range Electric Vehicule (EREV) ou hybride rechargeable série.

[5] Avec une taux d'émission moyen de 167 g de CO_2eq/km [Auto Schweiz 2009], la flotte de véhicule suisse est largement au dessus de la moyenne européenne située à 146 g CO_2/km [European Federation for Transport and Environment 2010]. Seules l'Estonie (170 g/km), la Bulgarie (172 g/km) et la Lettonie (177 g/km) ont fait pire.

Informations sur les auteurs

Le Dr **François Vuille** est ingénieur EPF en physique (1995) et possède un master postgrade en énergie (2005). Il est actuellement managing consultant chez E4tech où il réalise de nombreuses études sur la décarbonisation du secteur des transports. E4tech est une société de conseil stratégique spécialisée dans le secteur de l'énergie durable, basée à Lausanne et Londres.

E4tech, 1006 Lausanne
francois.vuille@e4tech.com

Fabio Montemurro est ingénieur industriel et possède un master postgrade en ingénierie spatiale (2004) et en « Avenir énergétique durable » (2010) de l'Imperial College de Londres. Il est actuellement senior consultant chez E4tech où il réalise de nombreuses études stratégiques liées à l'électrification de la mobilité.

fabio.montemurro@e4tech.com

Anzeige

Erleben Sie Trends und Innovationen in den Bereichen **Komponenten**, **Technologien**, **Systeme**, **Dienstleistungen** und **Lösungen für die industrielle Produktion** sowie **Infrastruktur** und **Versorgung**.

Mit Ihrem Messebesuch erhalten Sie einen ganzheitlichen Marktüberblick – insbesondere in den Kerngebieten **Automation**, **Energie**, **Zulieferung & Produktionstechnik**, **Antriebs-** und **Fluidtechnik** sowie **Forschung** und **Entwicklung**.

Mehr zum weltweit wichtigsten Technologieereignis unter: **hannovermesse.de**

Innovation for Sustainable Growth FRANCE PARTNER COUNTRY 2011

HANNOVER MESSE

GET NEW TECHNOLOGY FIRST