

Existe-il des différences d'acceptation des véhicules électriques entre la France et l'Allemagne? – Premiers résultats de l'analyse scientifique du test de flotte Cross Border Mobility for Electric Vehicles (CROME)

Axel Ensslen, Sonja Babrowski, Patrick Jochem et Wolf Fichtner

Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement (DFIU), Karlsruhe Institute of Technology (KIT),
Chaire d'Economie de l'Energie, Prof. Dr. Fichtner, 76187 Karlsruhe, Allemagne,
E-Mail: Axel.Ensslen@kit.edu, Téléphone: +49 721 608 44578

Sommaire

Le projet CROME (CROSS-border Mobility for EVs)	1
Les activités du KIT dans le cadre du projet.....	3
Activités du DFIU dans le cadre du projet CROME	3
Les enquêtes en ligne	4
La première enquête en ligne	5
Existe-il des différences d'acceptation des véhicules électriques entre la France et l'Allemagne?	6
Définition d'acceptation.....	6
Résultats	6
Conclusion.....	9
Remerciements	10

Le projet CROME (CROSS-border Mobility for EVs)

Sous l'impulsion du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement et le ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, l'Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) a lancé «l'appel à manifestations d'intérêt Investissements d'avenir programme véhicule du futur – Expérimentations liées aux infrastructures de recharge pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables». Ceci fournit le cadre formel du projet CROME du côté français. Du côté allemand, le «Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie» ainsi que le «Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung»

soutiennent le projet. L'idée du projet CROME est d'une part de permettre que la mobilité électrique entre la France et l'Allemagne soit possible sans aucun obstacle, qu'elle soit fiable et conviviale, d'autre part d'analyser l'utilisation de la mobilité électrique pour donner des réponses aux questions liées à la standardisation européenne de l'infrastructure pour la mobilité électrique ainsi que pour les services (authentification, facturation, itinéraires, réservation).

Ainsi, avec la coopération d'industriels européens (Bosch, Daimler, EDF, EnBW, Porsche, PSA, Renault, Siemens, Porsche, Schneider Electric, pour citer les principaux), une flotte de véhicules électriques est testée sur le territoire transfrontalier.

La région modèle pour le test de flotte se situe dans la région du Rhin Supérieur entre Karlsruhe et Freiburg. La région de Stuttgart représente la partie est, la région de la Moselle et du Bas-Rhin la partie ouest.

Plusieurs partenaires français et allemands de l'industrie et de la recherche se sont réunis avec les objectifs de montrer que la mobilité électrique entre la France et l'Allemagne est possible, de concevoir et de vérifier que l'infrastructure de chargement soit compatible sur les deux côtés du Rhin (prises de charge, cordons de charge, communication pendant le chargement, services), de tester des concepts de mobilité électrique nouveaux (itinéraires, etc.) et d'évaluer le comportement des utilisateurs des véhicules électriques (VE) dans le contexte transfrontalier.

Le consortium se compose de partenaires français et allemands de différents secteurs, agrégeant des compétences en mobilité électrique issues de domaines différents : des constructeurs automobiles, des industriels pour les bornes et les services associés, des fournisseurs d'énergie ainsi que des instituts de recherche.

L'objectif scientifique du KIT est d'identifier des barrières existantes concernant la mobilité électrique transfrontalière, ainsi que d'analyser les différences (entre autres culturelles) en ce qui concerne les VE, l'infrastructure (notamment les bornes de charge et la mise à disposition de l'énergie), la facturation et d'autres services importants pour les utilisateurs des VE.

Les activités du KIT dans le cadre du projet

Les sujets suivants font partie des activités de recherche du KIT:

- L'analyse technique (test en laboratoire) du processus de chargement avec des concepts de charge différents, notamment un système de charge rapide en courant continu.
- L'analyse et l'évaluation technico-économique de services autour des VE et des bornes de charge.
- Les analyses juridiques ainsi que les analyses concernant le processus de standardisation.
- L'analyse sur les aspects d'acceptation des VE avec les outils des sondages en ligne (pour lesquels l'élaboration des questionnaires et leur analyse ont été menées en collaboration avec EDF R&D), des smartphones, des données du véhicule et des courbes de charge, incluant une réflexion sur le modèle de données et l'entrepôt de données.

L'expertise particulière des instituts du KIT qui participent au projet CROME (AIFB, DFIU, FAST, IEH, ZAR) assure que le soutien scientifique pour l'analyse transfrontalière de la mobilité électrique soit large et interdisciplinaire. Les compétences sont réparties notamment dans les domaines suivants: informatique (AIFB), analyses macroéconomiques sur les systèmes d'énergie (DFIU), ingénierie automobile (FAST), électrotechnique (IEH) et la jurisprudence (ZAR).

Activités du DFIU dans le cadre du projet CROME

Dans le cadre de CROME l'Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement (DFIU) traite entre autres les aspects importants pour réaliser une analyse sur l'acceptation et l'utilisation des VE en France et en Allemagne. Pour prendre en compte le contexte global de la mobilité électrique dans cette analyse, des données provenant de différents processus doivent être collectées: ceci sont notamment les processus économiques comme les stratégies de prix et les analyses de rentabilité, les processus techniques liés à la conduite et à la recharge des VE tout comme des processus sociologiques comme le développement de l'acceptation. Un accent particulier est mis sur les données qui permettraient l'identification des particularités nationales. La collecte des données servira à la recherche et à l'analyse de l'acceptation de la mobilité électrique et se compose des méthodes suivantes : des

sondages en ligne bilingues pour les utilisateurs des VE et les gérants de flotte, des smartphones qui sont utilisés comme enregistreurs de données et qui complètent les informations issues des sondages en ligne tout comme des interviews en face à face avec les utilisateurs des VE¹ et des workshops avec les gérants de flotte qui fournissent un feed-back issus directement des personnes concernées. Une ID est attribué à chaque utilisateur et gérant de flotte. Cet ID permet d'assigner les informations provenant de sources de données différentes. Ceci fournit une image exhaustive de l'utilisation des VE et de leur acceptation.

Les enquêtes en ligne

Les utilisateurs du projet CROME sont questionnés sur leurs attentes et leurs expériences dans le cadre de l'utilisation de la nouvelle technologie des VE. Pendant la durée du projet différents questionnaires seront menés. Les questionnaires ont des objectifs différents, qui évoluent au cours du temps: prise en main du VE, premières impressions, routine et bilan.

Dans le premier questionnaire détaillé, l'objectif principal est d'acquérir des connaissances sur les attentes et les idées en rapport avec les VE. Le premier questionnaire essaie d'apporter des réponses aux questions concernant les raisons de choix des VE ainsi que les attentes quant à leur utilisation dans la vie quotidienne.

Ce premier questionnaire analyse différents points de vue sur la mobilité électrique. On distingue notamment les utilisateurs et les gérants de flotte des VE. Des questions additionnelles concernant les raisons et les effets de la décision d'achat et de location d'un VE, autant que des questions relatives à la gestion de flotte des VE sont soumises aux gérants et aux décideurs.

De plus, les questionnaires sont disponibles en langue française et en langue allemande, de sorte que les participants de l'étude, issus des deux côtés du Rhin, puissent participer et s'exprimer sans aucune barrière de langue.

¹ A ce sujet, le KIT reçoit l'appui de la R&D d'EDF (ICAME et EIFER), qui réalisera une enquête de terrain auprès des participants à l'expérimentation (collecte et analyse de données issues des entretiens), du côté allemand comme du côté français.

Le retour d'expérience nous donne la possibilité d'analyser l'acceptation de l'utilisation des VE (à différentes étapes du projet) dans le contexte franco-allemand, ainsi que de considérer et d'exploiter les convergences et différences en matière de mobilité électrique en France et en Allemagne.

La première enquête en ligne

Les premiers questionnaires ont été complétés directement par les personnes qui ont reçu les VE et ont signé et renvoyé au KIT les déclarations d'intérêt à la recherche scientifique accompagnant le projet CROME. L'idée du premier questionnaire est que les répondants qui ont à peine commencé d'utiliser le VE indiquent la manière dont ils prévoient de l'utiliser. Ces résultats seront comparés à leur utilisation réelle en conditions plus routinières, dans les questionnaires suivants. Jusqu'à présent, N=111 personnes ont participé à l'enquête. Il s'agit de $n_1 = 30$ personnes qui ont répondu au questionnaire développé pour les gérants de flottes ($n_{1A} = 12$ du côté allemand et $n_{1F} = 18$ du côté français) et $n_2 = 81$ qui ont répondu au questionnaire développé pour les utilisateurs ($n_{2A} = 47$ du côté allemand et $n_{2F} = 34$ du côté français).

Plus de 73% des personnes interrogées sont de sexe masculin. En moyenne ils ont 44 ans (écart-type de 10,5 ans). Le revenu net mensuel du foyer est supérieur de la moyenne en France et en Allemagne.

Les expériences des personnes interrogées avec les VE sont différentes. La moitié des N=111 interrogés ont déclaré qu'ils ont déjà essayé un VE en tant que conducteur ou que passager pendant plusieurs trajets, 29% disent de l'avoir essayé pendant un ou deux trajets et 22% affirment qu'ils n'ont pas encore essayé un VE.

A ce stade du projet CROME, les répondants indiquent utiliser le VE principalement pour les trajets professionnels (98% des $n_2 = 81$ utilisateurs indiquent cela). Les VE seront très peu utilisés pour les trajets personnels et les trajets domicile – travail.

64% des $n_1 = 30$ gérants de flotte indiquaient qu'entre 100 et 500 personnes travaillent dans leurs entreprises.

Selon 79% des gérants de flotte, le VE n'a pas remplacé un autre véhicule, mais est un véhicule supplémentaire.

La plupart des VE sont utilisés par plusieurs personnes. Plus de la moitié des gérants de flotte interrogés disent qu'au moins 4 personnes utilisent un même VE dans cette première phase d'expérimentation; plus précisément, 93% de l'échantillon de répondants considèrent ce VE comme une voiture de flotte (et non pas une voiture attribuée à une seule personne). La fréquence d'utilisation par utilisateur est plutôt faible comparé à l'utilisation des voitures en général.

Pour résumer, ces éléments dressent donc le portrait de véhicules utilisés depuis peu de temps et de manière partagée par des utilisateurs au sein d'entreprises et établissements de grande taille.

Existe-il des différences d'acceptation des véhicules électriques entre la France et l'Allemagne?

Définition d'acceptation

Dans le sens psychologique, il est possible de définir l'acceptation par l'utilisateur comme l'acceptation d'une idée, d'un fait ou d'un produit, dans le sens de la volonté active, pas simplement en termes de tolérance réactive (Dethloff, 2004, p. 18)². Cette définition implique que les utilisateurs adoptent une innovation, parce que les offres innovantes les attirent ou bien les attirent plus que d'autres offres disponibles sur le marché (Peters et al., 2010, p. 5)³.

Jusqu'à présent les exigences précises des utilisateurs dans le contexte de la mobilité électrique sont peu connues, en particulier dans le contexte transfrontalier (Peters et al., 2010, p. 5)³.

Résultats

Dans le cadre du projet CROME, la possibilité de tester les VE et de faire des expériences avec les VE dans la vie active quotidienne est donnée aux consommateurs potentiels futurs. Comme les questionnaires ont été soumis aux utilisateurs français et allemands, les similarités et différences des réponses ont été particulièrement respectées dans

2 Dethloff, C. (2004). Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz von technischen Produktinnovationen. Beiträge zur Wirtschaftspsychologie; Bd. 6. Lengerich : Pabst.

3 Peters, A.; Dütschke, E. (2010). Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität – Analyse aus Expertensicht. http://www.elektromobilitaet.fraunhofer.de/Images/FSEM_Ergebnisbericht_Experteninterviews_tcm243-66462.pdf

l'analyse. Les réponses des utilisateurs français et allemands à la question s'ils peuvent imaginer s'acheter un VE pour leur utilisation privée dans les 10 prochaines années ne se distinguaient pas beaucoup : au global, moins d'un cinquième des personnes interrogées répondent par la négative à cette question. Le choix de répondre par oui, non et peut-être était donné aux personnes questionnées et les Français semblent sur ce point moins indécis que les Allemands. 49% des Allemands n'avaient pas encore décidé et disaient peut-être (43% des Français), 32% répondaient oui (37%) et 19% disaient non (20%).

Chacun des utilisateurs et gérants de flotte pouvait donner trois raisons principales en faveur de l'achat ou de la location d'un VE: Les réponses principales données par les personnes sondées sont que le VE émet moins de pollution locale (mentionné par 76%), que le VE émet moins de gaz à effet de serre (64%), et d'utiliser une technologie nouvelle (56%).

Deux des raisons principales en faveur de l'achat ou la location d'un VE montraient des différences entre les répondants français et allemands. Il s'agit du fait que le VE émet moins de pollution locale (60% des répondants français ont choisi cet élément contre 89% des répondants allemands) et du coût de l'électricité (27% des répondants français l'ont choisi, contre 7% des répondants allemands).

En ce qui concerne la question « où les VE seront chargés », les réponses des Français et Allemands ne se distinguent pas trop. Presque 80% des deux côtés disent qu'ils vont toujours charger leur VE au travail. Les répondants français répondent davantage à la question concernant la régularité avec laquelle ils pensent recharger leur VE à la maison. Presque 30% des répondants français disent qu'ils pensent recharger leur VE à la maison occasionnellement, alors que seulement 5% des répondants allemands donnent cette réponse. Plus de 40% des répondants allemands n'ont pas donné de réponse ou disaient qu'ils ne savaient pas (15% du côté français).

Les utilisateurs et gérants de flotte qui ont répondu à la question sur les attentes par rapport au service de localisation des bornes publiques sur un site Internet disent qu'ils trouvent que c'est plutôt important (74% ont dit qu'ils trouvent que c'est important ou très important). La possibilité de réserver une borne de charge publique semble aussi

importante (69% des personnes questionnées trouvent cela important ou très important).

Les Allemands semblent davantage prêts à payer plus cher pour réaliser la charge avec de l'électricité produite à partir de sources renouvelables (45% des utilisateurs et gérants de flotte allemands seraient prêts à payer plus cher contre 20% des Français).

Presque 30% des utilisateurs français disent qu'ils utilisent le VE tous les jours. Du côté allemand, seulement 4% ont choisi cette réponse.

Les répondants allemands ont, plus que les répondants français, tendance à dire que c'est important que des bornes de charge publiques soient disponibles à proximité de leur domicile. 60% des sondés français disent que c'est « pas du tout » ou « peu » important. Seulement 19% des sondés allemands donnent cette réponse. De l'autre côté, 24% des répondants français (60% des allemands) disent que c'est important ou très important que les bornes de charge publiques soient disponibles à proximité de leur domicile.

La variable indépendante de la zone d'habitation sert à expliquer ce phénomène. A partir des codes postaux, une variable a été construite pour représenter la taille des villes (≤ 20000 habitants et > 20000 habitants).

Un test du χ^2 a été appliqué pour déterminer s'il y a des relations stochastiques significatives entre les évaluations qui concernent l'importance des bornes de charge publiques à proximité du domicile des utilisateurs et la taille de la zone d'habitation, ce test étant significatif à un niveau $\alpha = 5\%$. Les utilisateurs qui habitent dans des villes de plus de 20000 habitants disent plutôt que c'est important d'avoir des bornes de charge publiques à proximité du domicile, à la différence des utilisateurs qui habitent dans des villes avec moins que 20000 habitants. Un deuxième test du χ^2 était appliqué pour déterminer s'il y a une relation stochastique entre le questionnaire complété par les utilisateurs et les zones d'habitation avec le résultat que les utilisateurs français habitent dans des villes qui sont plus petites.

Le modèle de régression linéaire suivant décrit le phénomène avec les variables suivantes:

$$y = 2.591^{***} - 0.157^*x_1 + 0.914^{**}x_2 + 0.42^{***}x_3 - 0.325^{**}x_4$$

*: Significative à un niveau de signification de 5%
**: Significative à un niveau de signification de 1%
***: Significative à un niveau de signification de 0.1%

y : Importance des bornes de charge publiques à proximité du domicile des utilisateurs (échelle discrète en nombre entiers; 1-5)

x_1 : Régularité avec laquelle les utilisateurs pensent recharger leur VE au domicile (échelle discrète en nombre entiers; 1-7)

x_2 : Questionnaire français ou allemand (questionnaire français: 0 ; questionnaire allemand: 1)

x_3 : Importance des bornes de charges publiques à proximité du travail des utilisateurs (échelle discrète en nombre entiers; 1-5)

x_4 : Distance que les utilisateurs parcourent en moyenne au total un jour de semaine (échelle discrète en nombre entiers; 1-7)

Avec un $R^2 = 0,411$ ce modèle explique 41% de la variation des réponses sur l'importance des bornes de charges publiques par les facteurs mentionnés (Le test de Fisher pour la fonction de régression globale était significatif ainsi que le test t pour les coefficients de régression).

Ceux qui disent que c'est important d'avoir des bornes de charge publiques à proximité de leur domicile, disent qu'ils ne vont pas charger leur VE régulièrement à la maison, ils sont plutôt allemands, effectuent moins de kilomètres sur un jour ouvrable et ils habitent dans des villes plus importantes. Pour l'interprétation de ces résultats il faut prendre en considération que seulement 5% des utilisateurs utilisent le VE pour rentrer à la maison à ce stade d'expérimentation, donc la plupart des utilisateurs n'avaient pas encore des expériences de recharger le VE au domicile. De plus ceci sont les premières analyses nous avons effectuées et des analyses plus approfondies sont prévus. Nous attendons des utilisateurs et gérants de flotte supplémentaires pour augmenter l'échantillon.

Conclusion

Le premier questionnaire en ligne, qui a été distribué aux utilisateurs au début de l'utilisation des VE et qui représente les attentes des utilisateurs et gérants de flotte, a montré qu'il y a quelques aspects sur l'acceptation des VE qui sont évalués différemment selon que l'on se trouve du côté français ou allemand. Un tiers des répondants pouvait

imaginer acheter un VE pour ses utilisations privées, mais les Français répondent plus souvent à cette question que les Allemands. Ils utilisent le VE plus souvent que les utilisateurs allemands, à cette phase d'enquête. Des raisons différentes d'acheter un VE sont données par les répondants allemands et français : notamment le coût d'électricité, qui est évalué moins cher par les répondants français et donc plutôt une raison pour acheter un VE en France qu'en Allemagne. En revanche, pour les répondants allemands, la réduction de la pollution locale est plus importante comme raison d'acheter un VE que pour les répondants français. De ce point de vue, les répondants allemands semblent plus sensibles à l'idée écologique. Ce résultat est souligné par le fait que les répondants allemands sont plus souvent prêts à payer plus cher pour réaliser la charge avec de l'électricité produite à partir de sources renouvelables.

Remerciements

Nous remercions Anne-Sophie Fulda et Magali Pierre de la R&D d'EDF (ICAME et EIFER) ainsi que Matthias Pfriem de l'institut FAST du KIT pour leurs contributions pendant la phase de création des questionnaires et le soutien actif continu pendant le projet.