

Projet HYACINTH. Étude sur l'acceptation publique.

Contexte de l'étude

Parmi les technologies alternatives produisant de la chaleur et de l'électricité en émettant peu de carbone et pouvant remplacer les transmissions à base de combustible fossile, les piles à combustible résidentielle à micro-cogénération et les véhicules électriques à piles à hydrogène (FCEV) reçoivent un soutien à la commercialisation. Les piles à combustible résidentielles offrent des avantages certains sur d'autres technologies de chauffage à faible émission de carbone, et la réduction des coûts couplée à l'existence de mécanismes de financement à l'achat ou à l'installation permettent de se rapprocher d'une commercialisation dans plusieurs pays (Dodds et al., 2014; Ammermann et al., 2015).

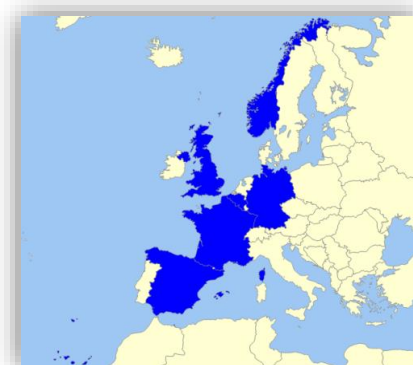
L'acceptation du public et des consommateurs jouera certainement un rôle dans le succès de l'adoption de l'hydrogène et des piles à combustibles, tant dans le secteur résidentiel que dans celui du transport. L'avenir est incertain : les applications des piles à hydrogène (HFC) pourraient bénéficier d'une volonté du public de choisir des solutions de chauffage et de transport plus efficace, ou le public pourrait préférer d'autres alternatives, voir des technologies actuelles, telles que les combustibles fossiles ou des technologies basées sur la combustion qui pourraient être perçues comme plus sûres, plus efficace et plus facile à contrôler (Dodds et al., 2014). À mesure que le marché de l'hydrogène et des piles à combustible se développe, les citoyens réagiront de différentes manières aux politiques énergétiques et aux infrastructures locales déployées dans leurs pays, régions et villes, et les consommateurs décideront si les piles à combustible correspondent à leur situation particulière.



Dans ce contexte, le projet Hyacinth, financé par le Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU), a permis de mieux comprendre les différences et les similitudes dans la connaissance du public et des parties prenantes sur les applications des HFC dans différents pays. Le principal objectif de Hyacinth a été d'évaluer les niveaux de sensibilisation, de compréhension et d'acceptation du public des technologies HFC dans divers pays de l'UE ayant différents niveaux de pénétration du marché et de soutien gouvernemental. Plus particulièrement, le projet a visé à examiner les attitudes du public à l'égard des piles à combustible résidentielles et des véhicules électriques à hydrogène en Belgique, en France, en Allemagne, en Norvège, en Espagne, en Slovénie et au Royaume-Uni.

L'étude

Un questionnaire spécifique a été conçu pour tous les pays puis mis en œuvre en 2015 et 2016 pour évaluer les niveaux de sensibilisation, de compréhension et d'acceptation du public concernant l'hydrogène, les piles à combustible et leurs applications. La conception du questionnaire visait également à établir un modèle prédictif de l'acceptation des technologies HFC, basé sur des



réponses segmentées et en y incluant des facteurs pertinents au contexte. Le questionnaire comprend des éléments développés spécifiquement par l'équipe de recherche. Il s'appuie en partie sur un modèle d'acceptation de la technologie qui décrit les liens de causalité entre les éléments d'attitude qui affectent directement et indirectement l'acceptation de la technologie (Huijts, Molin et Steg, 2012). Il comprend également une sélection d'éléments provenant d'études antérieures sur l'acceptation publique dans différents pays des technologies hydrogène, des piles à combustible et d'autres technologies énergétiques (Achterberg, Houtman, van Bohemen, & Manevska, 2010; de Best-waldhober and Daamen, 2006; Huijts, De Groot, Molin, and van Wee, 2013; Huijts, Molin, and Steg, 2012; Midden & Huijts, 2009; Truett & Schmoyer, 2008).

Étant donné que les technologies de l'hydrogène et des piles à combustible sont généralement inconnues du grand public, une attention particulière a été accordée au type d'information fournie aux sondés sur les technologies avant qu'ils ne répondent au questionnaire. Les participants ont reçu des informations neutres concernant: a) l'hydrogène et les piles à combustible en général; b) les piles à combustible à usage résidentiel (pour une moitié de l'échantillon dans chaque pays) ou les véhicules à piles à hydrogène (pour l'autre moitié de l'échantillon). Les participants ont également reçu des informations sur les retombées potentielles de la mise en œuvre des deux applications HFC. Chacune des retombées était liée à un avantage ou à un coût potentiel de l'application. Les participants ont ensuite été invités à évaluer chacune des retombées. L'objectif principal de cet exercice était de permettre une évaluation informée des applications par les participants. L'exercice était basé sur le modèle du Questionnaire Choix-Information (Best-Waldhober and Daamen, 2006).

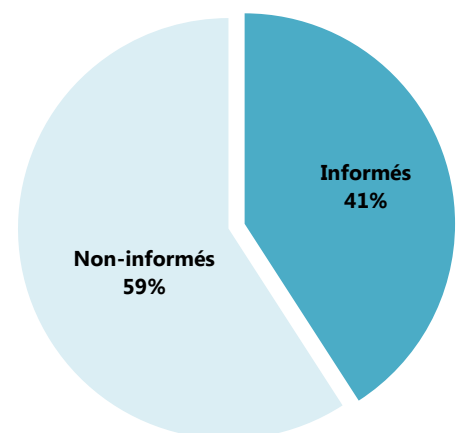
Des échantillons représentatifs d'environ 1 000 adultes de chaque pays ont pris part à l'enquête en ligne. L'échantillon comprenait des membres du panel ayant accepté de participer au marché en ligne et à la recherche sociale. Les échantillons étaient représentatifs des groupes d'âge et de sexe dans chaque pays et étaient à peu près répartis par rapport au territoire et à l'éducation. Des invitations à participer au sondage ont été envoyées aux participants via le système d'accès du panel. Les données ont été recueillies en avril et mai 2016.

Résultats principaux

Technologies de l'hydrogène et des piles à combustible

- Les résultats de l'étude montrent que le niveau de connaissance du public vis-à-vis des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible pour la production d'énergie varie d'un pays à l'autre. Plus de 40% des sondés déclarent avoir entendu parler des technologies HFC pour la production d'énergie. Le niveau de sensibilisation est plus élevé en Allemagne et en Norvège (50%) et plus faibles en Espagne (29%). Seuls 6% environ des sondés se considèrent familiers avec la technologie.
- Malgré cela, le public européen tend à fournir une évaluation initiale neutre à positive des technologies HFC en tant que solution potentielle aux défis énergétiques et environnementaux.

Figure 2. Connaissance des piles à hydrogène
(en % de sondés, tous les pays)

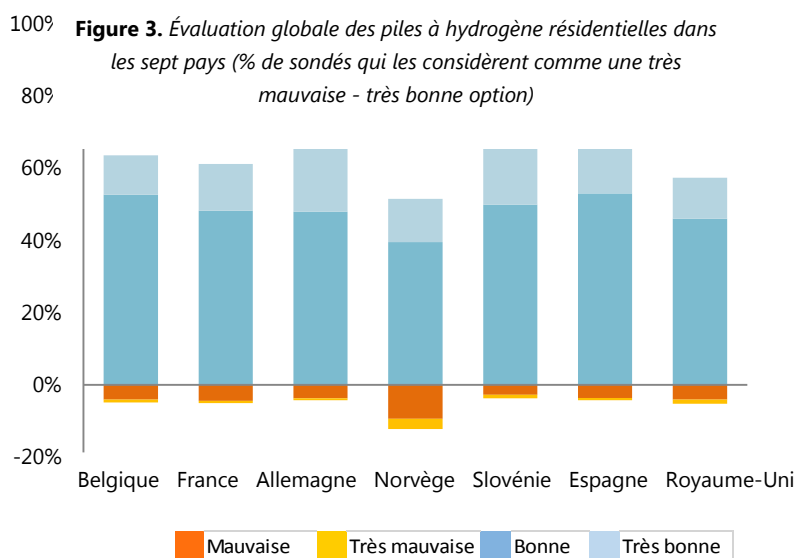


Les données montrent que près de 6 sondés sur 10 (57%) évaluent les HFC comme une bonne ou très bonne solution aux défis énergétiques. Il existe des différences faibles mais significatives dans l'évaluation initiale des technologies HFC dans les sept pays.

Piles à combustibles résidentielles

- Dans tous les pays étudiés, le niveau de connaissance des piles à combustible résidentielles du public est nettement inférieur au niveau de la connaissance des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible en général. Seuls 25% des sondés déclarent avoir entendu parler de cette application. Le niveau de connaissance varie entre 32% en Allemagne et 20% en Norvège. Moins de 5% des répondants se considèrent bien informés sur cette application spécifique.
- Plus de 60% des participants se disent assez ou très intéressés par la technologie, 54% déclarent avoir assez ou beaucoup d'espoir (l'espoir, l'anxiété et l'aversion sont liés à la perception du risque), 15% se disent assez ou beaucoup inquiet par la technologie et 11% se sentent assez ou très contre. Il existe des différences faibles mais significatives entre les pays en ce qui concerne les HFC résidentielles. L'intérêt moyen est légèrement plus élevé en Espagne et en Slovaquie qu'en Belgique.
- En général, les sondés estiment que la micro-cogénération à pile à combustible résidentielle est peu bénéfique, c'est-à-dire que les avantages l'emportent sur les coûts perçus. En général, les sondés estiment que les PC résidentielles auront un effet positif sur l'environnement (moyenne=3,9 sur une échelle de 1 à 5), seront assez facile d'utilisation (3,6), pratiques (en termes de bruit, de vibrations, de localisation spécifique) (3.5), et sans danger (3.4). Les répondants ont des opinions moins positives au sujet des coûts d'installation (2.9), de fonctionnement (3.2) et de la maintenance (3.3).
- En ce qui concerne l'évaluation des retombées des piles à combustible résidentielles, les plus positives sont pour les propositions affirmant que les piles : "réduiront les coûts de production d'énergie", "réduiraient les émissions de CO2" et "réduiraient les besoins d'acheter de l'électricité aux fournisseurs d'électricité". Les "besoins en espace" et les "risques potentiels" ne sont, en général, pas considérées comme des conséquences importantes. Les "coûts d'investissement initiaux" sont considérés comme une conséquence négative-neutre.
- En général, les sondés font une évaluation positive des HFC résidentielles (moyenne de 3,7 sur une échelle de 1 à 5). Environ 60% des sondés considèrent la technologie comme un bon ou très bon système d'électricité et de chauffage. Il existe des différences faibles mais significatives entre les pays étudiés. L'attitude envers les piles à combustible domestiques est plus positive en Slovaquie

Figure 3. Évaluation globale des piles à hydrogène résidentielles dans les sept pays (% de sondés qui les considèrent comme une très mauvaise - très bonne option)





- (3,84), en Espagne (3,79) et en Allemagne (3,78), plus neutre en Norvège (3,48) et au Royaume-Uni (3,62).
- Les sondés expriment généralement une préférence pour les HFC par rapport aux technologies plus traditionnelles telles que les chaudières à gaz, mais ils préfèrent également les systèmes d'énergie renouvelable, en particulier le solaire thermique, par rapport aux HFC.
 - En ce qui concerne l'acceptation et le soutien, la majorité des participants (64%) des sept pays étudiés aimeraient avoir une pile à hydrogène installée dans leur maison à l'avenir. L'Allemagne, l'Espagne et la Slovénie (71% dans les trois pays) enregistrent les niveaux d'acceptation les plus élevés, et la France (55%), la Norvège (58%), la Belgique (60%) et le Royaume-Uni (60%) ont un niveau nettement inférieur. Le soutien pour un financement public pour les HFC est généralement élevé dans les sept pays étudiés, et plus élevé que l'acceptation. Plus de 7 répondants sur 10 sont d'accord pour fournir des subventions aux HFC résidentielles.
 - Enfin, seulement 2 sondés sur 10 estiment qu'il est probable ou très probable qu'ils achètent un HFC à domicile. Le prix de la pile à combustible est la raison la plus pertinente pour ne pas installer de pile à combustible (73% des répondants), suivie par le manque perçu de maturité de la technologie (45%). Parmi les autres problèmes soulevés, ont été mentionnés le fait de ne pas être propriétaire de sa résidence, d'avoir déjà installé d'autres systèmes d'électricité et de chauffage, la compatibilité à divers types de logements, les problèmes d'installation potentiels, la sécurité et le manque d'information.
 - La majorité des sondés des sept pays appuieraient l'installation d'une centrale à piles à combustible dans leur ville. Dans l'échantillon complet, environ 6 répondants sur 10 voteraient en faveur de l'implantation de la centrale, 3 sur 10 sont indécis et 1 sur 10 voterait contre.

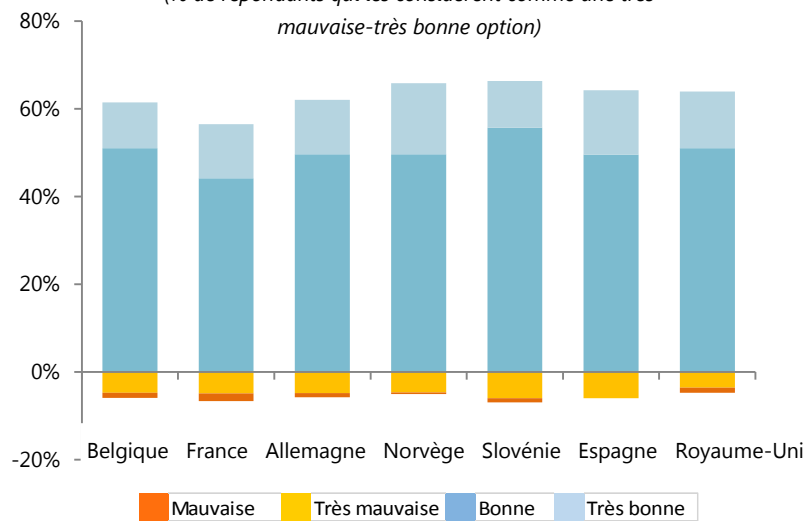
Véhicules électriques à pile à hydrogène (HFCEV)

- La sensibilisation du public aux véhicules électriques à pile à hydrogène est plus élevée que pour les piles à combustible résidentielles. Environ 45% des personnes interrogées ont déjà entendu parler des HFCEV et 15% ont déclaré connaître un peu les voitures à pile à combustible. Il existe des différences importantes entre les pays. La Norvège et l'Allemagne sont les pays les plus sensibilisés aux HFCEV. L'expérience des sondés à l'égard des véhicules électriques à HFC est faible dans les pays étudiés. Moins de 10% des répondants ont une certaine expérience avec les HFCEV (voitures particulières ou autobus).
- La majorité des sondés des sept pays étudiés font état d'un sentiment d'intérêt et d'espoir en ce qui concerne les HFCEV. Plus précisément, 60% des sondés de l'échantillon déclarent s'y intéresser et 56% ont "assez" ou "beaucoup" d'espoir. Seulement 13% déclarent se sentir "un peu" ou "très" inquiets, et 9% expriment de l'aversion. En général, les sondés estiment que les véhicules à hydrogène sont un peu bénéfiques, c'est-à-dire que les avantages perçus l'emportent légèrement sur les coûts perçus. Cependant, les sondés semblent être assez incertains quant aux avantages potentiels des HFCEV. Il existe des différences faibles mais significatives entre les pays.
- Concernant l'évaluation des retombées des HFCEV, les trois retombées évaluées comme étant les plus positives sont les suivantes: "réduction du besoin en pétrole", "réduction d'émissions de CO2 comparé aux voitures conventionnelles" et le "prix de l'hydrogène" (79%, M = 4,06). La "portée" et

les "questions de sécurité" étaient, en moyenne, jugées sans importance. Le "besoin de nouvelles infrastructures" et le "prix des piles à combustible" ont été considérés comme des retombées négatives.

- En général, les sondés des sept pays évaluent positivement les HFCEV (moyenne de 3,7 sur une échelle de 1 à 5). Environ 6 sondés sur 10 considèrent la technologie comme une bonne ou très bonne option. Il existe des différences faibles mais significatives entre les pays étudiés.
- Les sondés expriment généralement une préférence pour les HFCEV par rapport aux voitures conventionnelles et aux voitures à gaz naturel comprimé ou liquéfié. Cependant, les voitures électriques à batterie et les voitures hybrides (batterie et carburant fossile combinés) sont des options préférées par rapport aux voitures électriques à pile à hydrogène. Il existe des différences importantes entre les pays en ce qui concerne leur préférence pour les voitures alternatives. L'Allemagne est le seul pays où une majorité de sondés considèrent que les HFCEV sont une meilleure option que les voitures électriques.
- En ce qui concerne l'acceptation et le soutien aux HFCEV, la majorité des participants dans les sept pays seraient heureux d'avoir une voiture à pile à hydrogène à l'avenir (en supposant que toutes les caractéristiques, y compris l'équivalence des prix et la disponibilité de ravitaillement, soient égales avec les voitures contemporaines). Plus précisément, plus de 60% de l'échantillon aimerait acheter une voiture électrique HFC à l'avenir, encore une fois dans des conditions d'équivalence.
- Près de 80% des répondants sont favorables à la substitution des autobus conventionnels pour les autobus à hydrogène, mais avec des différences significatives d'un pays à l'autre.
- Sans la condition d'équivalence, seule une minorité de sondés considère qu'il est probable ou très probable qu'ils achètent un HFCEV s'ils ont besoin d'acheter une voiture. Le prix est indiqué comme le facteur le plus pertinent pour ne pas en acheter, suivi par le manque de maturité de la technologie. D'autres raisons de ne pas acheter un HFCEV comprennent le manque de stations de ravitaillement, avoir d'autres nécessités, ne pas vouloir de voiture, la sécurité et d'autres inconvénients.
- Enfin, moins de 5% des sondés sont conscients de l'existence d'une station de ravitaillement en hydrogène dans leur ville. En général, une station de ravitaillement en hydrogène est considérée par le sondé moyen comme ayant plus d'avantages que de coûts. Les répondants soutiennent généralement l'implantation de stations de ravitaillement en hydrogène. Environ 7 sondés sur 10 voteraient en faveur de l'implantation de la station de ravitaillement en hydrogène. Les différences entre les pays ne sont pas significatives.

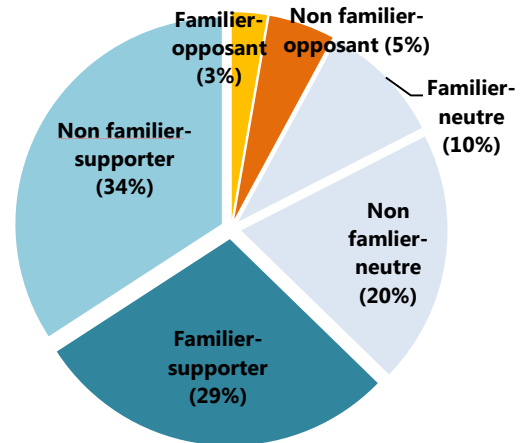
Figure 4. Évaluation globale des HFCEVs dans les sept pays
 (% de répondants qui les considèrent comme une très
 mauvaise-très bonne option)



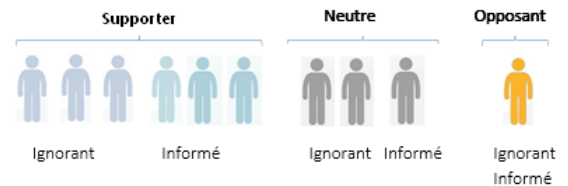
Supporters et opposants

Globalement, en fonction du niveau d'acceptation et de soutien pour les deux applications HFC étudiées, les sondés peuvent être classés en trois groupes: les partisans, les neutres et les opposants. Dans l'échantillon complet, 6 répondants sur 10 peuvent être considérés comme partisans des applications HFC, 3 sur 10 comme neutre et moins de 1 sur 10 sondés comme opposant. Il existe des différences significatives entre les sept pays. Le pourcentage le plus élevé de partisans se trouve en Slovaquie, en Espagne et en Allemagne, et le plus faible se trouve au Royaume-Uni, en France et en Belgique.

Figure 5. Classification des répondants en fonction de leur niveau de sensibilisation et de leur attitude vis-à-vis des applications de HFC (% , tous les pays)



Les partisans et les adversaires diffèrent considérablement dans leurs affect, leurs croyances et leurs réactions envers les HFC résidentielles et HFCEV. Ces deux catégories de sondés évaluent les deux applications des piles à hydrogène de manière significativement différente.



Corrélations sociodémographiques des attitudes du public à l'égard des applications HFC

Les données montrent l'existence de différences sociodémographiques faibles mais significatives dans les attitudes du public vis-à-vis des applications HFC. Le sexe et l'âge étant les variables sociodémographiques ayant l'impact le plus large sur les variables. Les répondants masculins ont signalé, en moyenne, un niveau plus élevé de sensibilisation, d'intérêt, d'acceptation et de soutien par rapport aux sondées. Le motif de l'association n'était pas clair pour l'âge. Les participants plus jeunes ont eu tendance à déclarer des valeurs plus élevées pour certaines des variables, tandis que les participants plus âgés ont déclaré des valeurs plus élevées pour d'autres variables. Le niveau d'éducation, la taille de la résidence et le revenu ont été associés positivement à près de la moitié des variables étudiées. En bref, les répondants masculins ayant des diplômes universitaires vivant dans des villes de plus d'un million d'habitants et vivant confortablement avaient, en moyenne, le profil d'acceptabilité le plus favorable.

L'impact de l'information et de l'attitude antérieure

Concernant l'impact des informations sur l'évaluation des HFCEV par les sondés, les données montrent une amélioration moyenne non significative de l'attitude (en comparant les différences entre l'évaluation non informée des HFC et l'évaluation informée des HFC domestiques et HFCEV). Il est intéressant de constater que l'effet semble différer entre adversaires et partisans: à mesure que les opposants deviennent plus informés sur les applications de HFC, leur évaluation de la technologie s'aggrave et cette variation est significativement plus élevée que pour les supporters ou les neutres.

Compte tenu de l'attitude antérieure des sondés, nous constatons que ceux qui déclarent une orientation positive envers l'environnement et les technologies ont tendance à signaler une évaluation plus positive des deux applications, un plus haut niveau d'intérêt et une plus forte probabilité auto-déclarée d'installer une HFC résidentielle ou d'acheter un HFCEV. Au contraire, ceux qui ne sont pas orientés vers la technologie et l'environnement rapportent une attitude plus négative à l'égard des deux applications, un niveau d'intérêt moins élevé et une probabilité moins élevée d'installer une HFC domestique ou d'acheter un HFCEV. Ceux qui ont une orientation positive envers l'environnement ou la technologie rapportent une attitude intermédiaire à l'égard des deux applications.

Un modèle d'acceptation publique des applications des HFC

Enfin, un certain nombre de variables indépendantes ont un effet indirect sur l'acceptation des HFC à domicile et des HFCEV. L'acceptation des deux applications est influencée par l'attitude globale à l'égard des applications qui, à son tour, est influencée par la familiarité, l'affect positif ou négatif, la perception des avantages et des coûts et la préférence pour les technologies alternatives. L'affect positif est la variable la plus fortement associée à l'acceptation, tant pour l'acceptation des piles à combustible domestiques que des HFCEV. Les avantages perçus jouent un rôle plus important dans l'acceptation des piles à combustible à usage domestique, tandis que la préférence pour les technologies alternatives (voitures classiques) joue un rôle plus pertinent (mais négatif) dans l'acceptation des piles à hydrogène. La confiance, avoir une croyance pro-technologie et l'identité environnementale ont un effet positif mais faible sur l'acceptation des unités résidentielles HFC et HFCEVs.

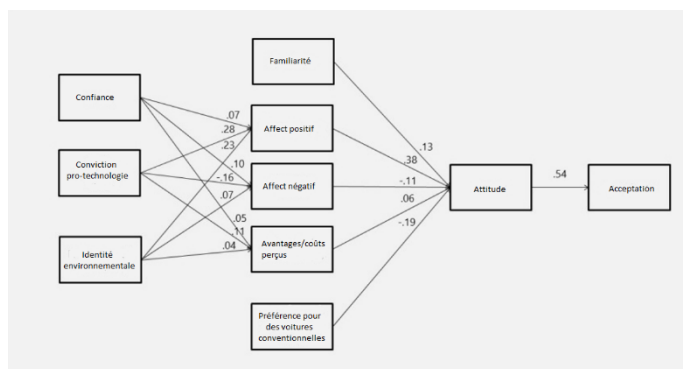


Figure. Résumé de l'analyse des chemins de l'acceptation des HFCEV (coefficients standardisés β). Tous les chemins sont statistiquement significatifs à $p < 0,01$

Conclusions

Cette partie du projet HYACINTH donne un aperçu de l'attitude du public à l'égard des piles à combustible résidentielles et des véhicules électriques à pile à hydrogène dans sept pays européens. Les résultats permettent d'améliorer la compréhension de l'acceptation par le public des technologies de l'hydrogène et des piles à combustible grâce à la recherche transnationale. À mesure que les marchés de l'hydrogène et des piles à combustible se développeront, l'acceptation du public et des consommateurs jouera probablement un rôle dans le succès des piles à hydrogène, tant dans le secteur résidentiel que dans le secteur des transports. Les recherches futures fourniront les preuves nécessaires pour examiner les tendances de l'acceptation publique des HFC et tenter de documenter et d'expliquer certaines des observations dans cette étude.

Références

- Achterberg, P., Houtman, D., van Bohemen, S., & Manevska, K. (2010). Unknowing but supportive? Predispositions, knowledge, and support for hydrogen technology in the Netherlands. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(12), 6075–6083. <http://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.03.091>
- Air Resources Board, California Environmental Protection Agency. (2015). Annual Evaluation of Fuel Cell Electric Vehicle Deployment and Hydrogen Fuel Station Network Development. https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/ab8/ab8_report_2015.pdf
- Ammermann, H., Hoff, P., Atanasiu, M., Aylor, J., Kaufmann, M. and Tisler, O. (2015). Advancing Europe's energy systems: Stationary fuel cells in distributed generation. A study for the Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- De Best-waldhober, M. De, & Daamen, D. (2006). Public perceptions and preferences regarding large scale implementation of six CO₂ capture and storage. NWO/SenterNovem Project: "Transition to sustainable use of fossil fuels"
- Dodds, P. E., Staffell, I., Hawkes, A. D., Li, F., Grünewald, P., McDowall, W., & Ekins, P. (2015). Hydrogen and fuel cell technologies for heating: A review. *International journal of hydrogen energy*, 40(5), 2065-2083.
- Eberle, U., Müller, B., & von Helmolt, R. (2012). Fuel cell electric vehicles and hydrogen infrastructure: status 2012. *Energy & Environmental Science*, 5(10), 8780-8798.
- Huijts, N. M. A., De Groot, J. I. M., Molin, E. J. E., & van Wee, B. (2013). Intention to act towards a local hydrogen refueling facility: Moral considerations versus self-interest. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 48, 63–74. <http://doi.org/10.1016/j.tra.2012.10.006>
- Huijts, N. M. a., Molin, E. J. E., & Steg, L. (2012). Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based comprehensive framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 525–531. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.018>
- Midden, C. J. H., & Huijts, N. M. a. (2009). The role of trust in the affective evaluation of novel risks: the case of CO₂ storage. *Risk Analysis*, 29(5), 743–51. <http://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01201.x>
- Truett, T., & Schmoyer, R. (2008). Compendium: Surveys Evaluating Knowledge and Opinions of Hydrogen and Fuel Cell Technologies. http://cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNL_TM_2008_151.pdf



Ce projet a reçu un financement de Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH-JU) d'après l'accord de subvention N° 621228



* Pour obtenir plus d'information sur cette étude, téléchargez le rapport sur : <http://hyacinthproject.eu/>