

E-ENDORSE

EFFETS DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET DES DEUX-ROUES ÉLECTRIQUES SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Livrable du WP4 - Recommandations

Version actuelle : v0.2

Date : 31.03.2016

Auteur(s)

Isabela Mocanu, AIT Austrian Institute of Technology

Peter Saleh, AIT Austrian Institute of Technology

Claus Aichinger, AIT Austrian Institute of Technology

Martin Czuka, AIT Austrian Institute of Technology

Heinz Hoschopf, Université de Technologie de Graz

Ernst Tomasch, Université de Technologie de Graz

E-ENDORSE est financé par la Fondation MAIF



Contenu

1	Introduction	3
2	Résumé des résultats du projet	5
3	Considérations finales et recommandations	8
4	Tendances futures	12
5	Références.....	14

1 Introduction

Outre l'efficacité en terme d'énergie, la planification des infrastructures de recharge et les bénéfices environnementaux, le sujet de la sécurité routière est extrêmement important pour le boom actuel de véhicules électriques et nécessite des recherches plus approfondies. En raison des différentes tailles, masses, distributions du poids et propriétés acoustiques de ces types de véhicule, nous nous attendons à ce que leur dynamique de véhicule et leur perception des autres usagers de la route soient différentes. Ces aspects pourraient résulter en de nouvelles exigences concernant les probabilités de collisions, circonstances d'accidents et taux de gravité.

Le projet E-ENDORSE comprend des solutions innovantes pour les aspects susmentionnés, en particulier pour les décideurs qui développent des feuilles de route pour une intégration en toute sécurité des véhicules électriques (VEs) ainsi que pour les compagnies d'assurance qui doivent gérer les nouveaux types de risques potentiels. Pour ce faire, ce projet vise à effectuer un examen plus approfondi du comportement dynamique et acoustique des véhicules électriques, dans un contexte de leur intégration dans la circulation routière actuelle et future.



Pour intégrer les véhicules électriques dans les systèmes de transport modernes en toute sécurité, les éventuels risques pour la sécurité routière associés aux VEs doivent être pris en considération. Ce dernier livrable présente les conclusions finales du projet E-ENDORSE. Les résultats des programmes de travail 1, 2 et 3 ont été combinés et convertis en des recommandations. Les risques potentiels pour la sécurité sont soulignés aux côtés des mesures de sécurité possibles. Le rapport final incorpore : les résultats de l'analyse bibliographique menée au cours du programme de travail 1 qui ont révélé les risques potentiels associés à la structure et aux batteries des véhicules électriques ainsi qu'à leur acoustique ; les résultats des enquêtes sur la dynamique des véhicules en condition réelle, des tests d'acoustique de véhicule et les simulations complémentaires d'accidents (programme de travail 2 et 3).

Ce livrable commence par un bref résumé des résultats du projet au chapitre 2, puis adresse les considérations et recommandations dérivées au chapitre 3, et termine sur des perspectives d'avenir pour les véhicules électriques au chapitre 4.

2 Résumé des résultats du projet

Le projet a démarré avec une recherche bibliographique pour examiner et comparer les connaissances existantes et la recherche proposée sur l'e-mobility. Cette recherche bibliographique, qui comprend des interviews d'experts, des mesures et des évaluations acoustiques, des sondages, des questionnaires, des tests opérationnels sur le terrain et bien plus encore, a obtenu des résultats significatifs et a identifié des lacunes dans la recherche pouvant être examinées dans E-ENDORSE. De plus, elle a permis d'identifier les méthodologies de pointe actuellement utilisées pour évaluer les risques pour la sécurité routière causés par les véhicules électriques.

La recherche bibliographique a révélé que, même si les faibles émissions sonores des véhicules électriques sont un aspect positif concernant la lutte contre le bruit, il y a une augmentation des risques d'accidents en raison de leur détectabilité acoustique réduite. Le risque est particulièrement élevé pour les piétons malvoyants. En termes de dynamique de véhicule, la recherche bibliographique a révélé des données plutôt contradictoires avec des résultats différents pour toutes les études ; cependant, après avoir examiné les causes, les effets des moteurs électriques ne sont pas clairs. Concernant les statistiques d'accident, les données insuffisantes ou peu fiables font qu'il est difficile de tirer des conclusions pertinentes. Toutefois, une investigation sur les risques pour la sécurité liés aux véhicules électriques a révélé de nombreux risques dus à la présence de la batterie électrique dans le véhicule.

La méthodologie pour adresser les questions du projet de recherche a été définie sur la base des méthodologies examinées dans la littérature ainsi que sur l'expertise du consortium du projet.

En vue d'adresser les questions de recherche du projet, de nombreux essais opérationnels sur le terrain, simulations d'accident de véhicule, questionnaires et tests ont été menés. Pour évaluer les risques potentiels liés aux véhicules électriques en termes de dynamique de véhicule, 3 paires de véhicules électriques et à combustion ont été testées et comparées dans des conditions réelles. Il faut noter que seules des vitesses urbaines typiques ont été testées au cours des activités de ce projet. Un grand nombre de données ont été recueillies et traitées et les analyses se sont concentrées sur le comportement des véhicules électriques lors des phases d'accélération et de freinage, ainsi que pendant des manœuvres plus dynamiques. Les résultats indiquent que, en termes de dynamique des véhicules, il n'y a pas de différences majeures entre les véhicules électriques et les véhicules à combustion. Les voitures électriques permettent des phases d'accélération plus fluides et contrôlées. Des accélérations considérablement plus élevées par rapport aux véhicules à combustion ont uniquement été observées lors des manœuvres pédale au plancher. De la même façon, le comportement de freinage lors du freinage actif n'indique pas de différences significatives entre les deux types de véhicules. En ce qui concerne l'impact du poids plus important et de sa répartition dans les voitures électriques, les données indiquent que la conception du véhicule contrebalance les potentiels effets

défavorables de ce facteur. Ces résultats ont été complétés par des questionnaires qui indiquent les mêmes résultats.

Pour compléter davantage les investigations en condition réelle, des situations de trafic ont été simulées et utilisées pour évaluer le comportement des véhicules électriques dans des conditions ne pouvant pas être recrées dans la vraie vie pour des raisons de sécurité. Des facteurs tels que l'adhérence et la vitesse étaient variés dans les scénarios de situation réelle. Cependant, les analyses ont révélé des résultats similaires aux essais opérationnels sur terrain au cours desquels les différences observées ont été attribuées au design du véhicule plutôt qu'au système de propulsion du véhicule.

Après la première année du projet et sur la base de la recherche bibliographique menée au cours des premières étapes du projet, des résultats intermédiaires et de la décision d'expert du consortium du projet en collaboration avec la Fondation MAIF (la fondatrice du projet), il a été décidé que le projet devait continuer à se concentrer davantage sur l'étude acoustique des véhicules électriques et des risques associés. Les analyses étaient centrées sur les émissions intérieures aussi bien qu'extérieures, c'est à dire dans et en dehors du véhicule électrique.

La première partie de l'évaluation acoustique intérieure a été menée durant l'essai opérationnel sur le terrain réalisé principalement pour les études de la dynamique de véhicule. L'analyse s'est concentrée sur les retours acoustiques fournis aux conducteurs à l'intérieur des véhicules électriques et à combustion. Les résultats montrent que les conducteurs sont exposés à un retour acoustique moins dominant, mais tout de même audible, dans la voiture électrique. Cette analyse a été complétée par un test « compteur de vitesse caché » mené lors d'un essai en condition réelle supplémentaire. En partant de la prémisse selon laquelle le retour auditif plus faible du véhicule électrique fait que le conducteur a du mal à estimer la vitesse du véhicule électrique, l'objectif du test était de vérifier l'hypothèse et d'évaluer la capacité du conducteur à estimer la vitesse du véhicule tout en se concentrant principalement sur ses retours auditifs (sans voir le compteur de vitesse). Les résultats de l'essai sont contraires aux autres études de simulation (par ex. Denjean et al, 2012) qui indiquaient un risque légèrement plus élevé pour la sécurité et ne révèlent aucune différence systématique entre les véhicules électriques et à combustion.

Les émissions acoustiques extérieures des véhicules électriques testés pendant le projet ont été mesurées et recueillies durant une série supplémentaire d'essais en condition réelle et présentent des niveaux sonores plus bas par rapport aux véhicules à combustion. La différence en termes d'émission est plus évidente à des vitesses urbaines inférieures (sous 30 km/h), car à ces niveaux, le bruit du système de propulsion du véhicule domine les émissions acoustiques globales des véhicules. En atteignant des vitesses plus élevées, le bruit produit par le contact entre les pneus et la route devient plus présent. Ces données ont été analysées plus en détail au cours d'un test d'écoute lors duquel la détectabilité acoustique des véhicules électriques a été évaluée par des sujets de test du point de vue des usagers vulnérables de la route, tels que les piétons ou cyclistes. Le

résultat des tests indique que dans une situation urbaine avec beaucoup de bruit de fond, il est particulièrement difficile de détecter un véhicule électrique se déplaçant lentement en se basant sur son retour acoustique.

De manière similaire, les évaluations acoustiques étaient également complétées par des simulations de véhicule en évaluant l'impact de la détectabilité réduite des véhicules électriques par les usagers vulnérables de la route au cours de reconstitutions de scénarios accident. Les résultats confirment qu'en raison de la mauvaise estimation de la distance entre un véhicule et un piéton, le risque de collision est élevé, en particulier à vitesse réduite (où, comme cela a déjà été confirmé, la détection d'un véhicule électrique est difficile). Des résultats similaires sont également pertinents pour les cyclistes. Pour plus de détails sur les activités et les résultats du projet, veuillez vous reporter au livrable des programmes de travail 2 et 3 (Czuka et al, 2015).

3 Considérations finales et recommandations

Ce chapitre présente les considérations finales et recommandations pouvant être tirées des résultats du projet en termes de sécurité routière des véhicules électriques. Ces considérations sont basées sur les essais et évaluations menés dans le cadre du projet, ainsi que sur les découvertes de la recherche bibliographique.

Risques pour la sécurité dus à la dynamique de conduite des véhicules électriques

Les véhicules électriques sont considérablement différents des véhicules à combustion en raison de l'absence de moteur à combustion interne, du bloc de batteries installé à différents endroits à l'intérieur du véhicule, ainsi que des modifications structurelles apportées au véhicule électrique pour gérer le poids supplémentaire. En conséquence, les véhicules électriques ont une distribution du poids, une masse et une conception différente.

La littérature et les évaluations réalisées dans ce projet confirment que les véhicules électriques ne présentent pas d'augmentation du risque pour la sécurité en termes de dynamique de véhicule et de conduite par rapport aux véhicules conventionnels. Notons que ces conclusions sont valides pour les circonstances particulières de nos scénarios de test, par ex. à des vitesses urbaines.

Néanmoins, des questions restent en suspens et devraient faire l'objet d'une recherche plus approfondie, car elles pourraient constituer un risque en matière de sécurité routière. Un exemple est le risque de blessure des occupants de véhicules électriques en comparaison avec les véhicules à combustion, car les études indiquent qu'il existe encore trop peu de données pour permettre une évaluation fiable (Road Safety Observatory, n.d.).

Une autre question en suspens est l'augmentation de la présence de petits véhicules électriques (PVEs), en particulier dans les zones urbaines. Les PVEs sont considérablement plus légers que les véhicules à combustion et les autres véhicules électriques. Cela créera à un problème de compatibilité des poids pouvant mener à différentes configurations de scénarios accident, ce qui ne fait l'objet d'aucune recherche à ce jour. De plus, les PVEs possèdent des roues exposées et non protégées. Dans un scénario accident avec un piéton, cela pourrait mener à un risque plus important de blessure. En outre, la présence de véhicules électriques légers (VELs) tels que les vélos, Segways, Bikeboards, etc. sur les infrastructures routières (c-à-d. routes, voies cyclables, trottoirs, etc.) doit être examinée, car le poids de tels véhicules est considérablement plus élevé que celui de leurs homologues non électriques (par ex. vélos normaux).

Le problème de compatibilité du poids s'applique également aux interactions entre les VEs et les véhicules à combustion lors d'une collision. La différence de poids, taille et distribution du poids pourrait changer la configuration des collisions et il est nécessaire de développer des procédures de test appropriées, en particulier lors des tests concernant la protection des occupants (Hoschopf et al, 2014 ; Visvikis et al, 2010). Ces

dernières considérations sont utiles pour les compagnies d'assurance, car le comportement des véhicules en cas d'accident ainsi que la sévérité de ces accidents pourraient influencer les primes.

Il existe une grande variété de concepts, designs et modèles de voitures électriques sur le marché, une affirmation générale concernant les véhicules électriques n'est donc possible qu'à titre conditionnel. En dehors de la diversité des véhicules, le facteur humain a également un impact important. Des études indiquent que les conducteurs de voitures électriques conduisent plus prudemment, ce qui voudrait dire que les véhicules électriques représentent un risque pour la sécurité plus bas que les véhicules conventionnels (Cocron et al, 2011).

Risques pour la sécurité dus à la structure des véhicules électriques

L'introduction des véhicules électriques a mené à l'émergence de nouveaux problèmes complexes distincts de ceux des véhicules à combustion. En ce qui concerne les véhicules électriques hybrides, les changements nécessaires se limitent à une batterie résistante aux collisions et à sa masse, ainsi qu'à une alimentation en énergie électrique constante. À l'heure actuelle, les batteries sont presque toujours intégrées dans la zone d'une cellule de sécurité de sorte à ce qu'aucune déformation ne soit possible, passant ainsi tous les tests de collision établis évalués dans les scénarios d'accident. Le livrable du programme de travail 1 (Hoschopf et al, 2014) contient plus de détails.

La complexité augmente dans le cas des véhicules purement électriques en raison de l'absence de moteur à combustion et de ses mécanismes à l'avant. Ce compartiment fonctionne également comme une section d'absorption lors de collisions et absorbe l'énergie de déformation. Les véhicules électriques utilisent un certain nombre de piles séparées qui, une fois combinées, forment un bloc de batterie. On utilise en le plus souvent des piles au lithium qui fonctionnent à haute tension.

Les risques associés à ces observations doivent être pris en compte et sont le plus pertinents après un accident. Les risques peuvent être de différentes natures :

- Thermique

Les batteries des véhicules électriques apportent un lot de nouveaux risques potentiels. En général, les batteries utilisées dans les VEs sont des batteries li-ion. Le lithium est une substance hautement inflammable. Les mesures de sécurité en place sont l'incorporation de divers mécanismes de protection dans les batteries tels que des fusibles, des retardateurs de flamme, etc. (Tjus, 2011).

- Chimique

En cas d'accident, l'impact peut compromettre l'intégrité de la batterie d'un véhicule électrique. Cela peut mener à des fuites de la batterie, des risques d'incendie en raison de son inflammabilité élevée, de la fumée toxique etc. Des essais de résistance ont été

menés pour caractériser le niveau de tolérance des batteries lithium-ion ; toutefois, cela n'indique pas automatiquement le niveau de sécurité (Kalhammer et al, 2009).

- Électrique

En cas d'accident, l'impact peut détruire les systèmes électriques des VE et augmenter le risque de choc électrique à haut voltage. Des exigences spécifiques sont en place pour la protection des usagers du véhicule contre les chocs électriques dans un scénario post impact.

- Mécanique

L'usure mécanique des batteries électriques peut augmenter les risques pour la sécurité ainsi que le risque de perforation et d'écrasement lors d'une collision (Visvikis, 2012).

Les risques associés aux véhicules électriques, plus spécifiquement à leurs batteries, peuvent également provenir de réactions retardées de batteries endommagées. Actuellement, il n'existe aucune méthode de prédiction du comportement des batteries, car les variables sont trop nombreuses (par ex. type, taille, température, degré de dommage, mauvais usage, etc.). Dans certains cas, même si la batterie du VE semblait être en bon état de marche après une collision, les dégâts sont devenus apparents après plusieurs jours ou semaines (Smith, 2012). Il s'agit là d'un risque sérieux pour la sécurité, et cela souligne l'importance des essais de batteries, même après un impact. Si un tel événement se produisait lorsque le véhicule se trouve dans un garage, un bâtiment de parking ou dans un garage connecté à une maison, cela pourrait présenter des risques sérieux pour la sécurité et devrait être pris en compte par les compagnies d'assurance du véhicule ainsi que de la maison.

Enfin, un risque potentiel pour le personnel des services d'urgence (par ex. pompiers, ambulanciers) et le personnel des services de véhicule (par ex. mécaniciens, techniciens) pourrait survenir suite à un accident impliquant un véhicule électrique. Comme le design des VE est très similaire à celui d'un véhicule conventionnel, les services d'urgence pourraient avoir du mal à identifier un véhicule électrique, ce qui mène à un risque plus élevé pour leur sécurité si l'un des dangers susmentionnés venait à se produire.

Risques pour la sécurité dus aux émissions sonores des véhicules électriques

L'une des principales différences entre les véhicules électriques et à combustion concerne les émissions sonores. Les émissions sonores réduites étaient d'abord considérées comme un impact positif de l'introduction des véhicules électriques sur le marché ; cependant, il est important de noter les risques potentiels associés.

La question la plus notable à avoir été examinée lors des recherches sur les effets des émissions sonores réduites sur la sécurité routière était celle de la détection des véhicules électriques dans le trafic. Les implications pour les usagers vulnérables de la

route tels que les piétons, les cyclistes et les malvoyants sont les plus importantes. Les VEs qui se déplacent à des vitesses inférieures à 30 km/h, lorsque le bruit pneu/route est imperceptible, peuvent poser un risque accru pour la sécurité. En raison de la plage de vitesse concernée, ces incidents auraient principalement lieu dans des zones urbaines telles qu'à des intersections, passages piétons, parkings. Cependant, en présence d'un bruit de fond important, la tâche consistant en la détection d'un véhicule électrique se déplaçant lentement est très ardue. Cela est particulièrement problématique pour les usagers vulnérables de la route qui ont une vue limitée ou inexistante, tels que les personnes âgées ou malvoyantes.

Il existe des recherches contradictoires sur le nombre d'accidents concernant les piétons et les véhicules électriques par rapport aux véhicules à combustion (NHTSA, 2009 ; Morgan et al, 2011). Néanmoins, comme la pénétration des véhicules électriques continuera à augmenter dans les prochaines années, les risques pour les usagers vulnérables de la route dus à l'absence de retour auditif des VEs pourraient augmenter, et il conviendrait de développer des méthodes de mitigation appropriées.

Une solution possible qui a déjà été installée dans certains véhicules électriques est l'ajout de sons artificiels. Une autre solution serait d'utiliser des systèmes avancés d'assistance au conducteur (ADAS) sous forme de systèmes d'évitement des collisions, ce qui pourrait considérablement réduire les risques de collision.

Les conducteurs se fient à leurs sens visuel et auditif pour effectuer des manœuvres de conduite ; de plus, il est très courant d'estimer sa propre vitesse sur la base du retour auditif du véhicule. Même si les véhicules électriques produisent un retour acoustique inférieur à celui des véhicules à combustion, nos recherches ont démontré que même avec des niveaux sonores plus bas, il n'existe pas de risque plus élevé pour les scénarios urbains examinés.

Finalement, notons que les conducteurs jouent un rôle essentiel dans cette recherche. Une question reste ouverte ; les conducteurs de véhicules électriques auront-ils un comportement différent de celui des conducteurs de véhicules à combustion ? Si le conducteur est conscient de l'émission sonore réduite du VE et que le véhicule serait difficile à détecter pour un usager vulnérable de la route (par exemple, si cela a été enseigné lors des cours de conduite, ou par des campagnes d'information publique), il pourrait adopter un comportement de conduite plus prudent. Cette considération serait certainement bénéfique à la réduction des risques associés à l'émission sonore réduite des véhicules électriques.

4 Tendances futures

Les véhicules électriques sont préconisés à un niveau global car ils réduisent la consommation en carburant, la pollution atmosphérique et sonore, ainsi que la dépendance à l'égard des ressources pétrolières épuisables. Des statistiques démontrent que les ventes annuelles globales de véhicules ont augmenté régulièrement pour atteindre plus de 300 000 en 2014, et les prédictions actuelles indiquent que les véhicules électriques feront environ 1% des ventes globales de véhicules en 2016. En 2015, en Europe seulement, les ventes ont augmenté de 47,8% par rapport à 2014 (Green Car Congress, 2016). Les marchés leader en Europe sont la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, la Norvège et le Royaume-Uni, car les politiques d'incitation (par ex. diminution des taxes) et les investissements dans les infrastructures de chargement sont les plus élevés dans ces pays (Lutsey, 2015).

Plus de cinq ans se sont écoulés depuis que les premiers modèles de véhicules électriques ont été présentés par les principaux fabricants automobiles, et la pénétration des VE va continuer d'augmenter alors que de meilleurs et plus récents modèles continuent d'être commercialisés en masse. Le nombre de modèles de véhicules électriques a largement dépassé les 20, et les compagnies automobiles sont engagées à développer la diversité des modèles et à investir dans les véhicules électriques. Toyota a même annoncé qu'ils souhaitaient arrêter de produire et vendre des véhicules à combustion d'ici 2050 (Crothers, 2015). Toutefois, la fiabilité de ces prédictions dépend de facteurs influençant l'augmentation du marché tels que les coûts des batteries, les prix de l'essence, la régulation des émissions du carbone et d'autres substances, les prix d'assurance et les futures tendances en matière de mobilité telles que l'automatisation.

L'amélioration de la technologie des batteries sera primordiale pour le futur de la technologie des VE. Actuellement, on utilise des batteries lithium-ion, et il semblerait que ces batteries continueront à alimenter les véhicules électriques pendant les prochaines décennies. Des prédictions montrent que la technologie lithium-ion continuera à être améliorée en termes de densité énergétique (menant à des gammes plus élevées) et de réduction des coûts. Ce dernier facteur s'améliorera également lorsque la production des véhicules électriques augmentera et que le processus de fabrication deviendra plus efficace. Du point de vue des assureurs, la question de propriété de la batterie deviendra également de plus en plus importante.

Une autre solution pour augmenter la variété de véhicules électriques et réduire les coûts serait de faire des véhicules plus légers en utilisant des matériaux alternatifs tels que l'aluminium ou la fibre de carbone. La fibre de carbone est 30 % plus légère que l'aluminium, et plus robuste. Certains fabricants automobiles ont déjà commencé à utiliser des composés de carbone pour la carrosserie de véhicules. Par exemple, la BMW i3 possède une carrosserie principalement à base de fibre de carbone, et pèse considérablement moins que d'autres véhicules électriques de taille similaire (Hunt, 2015).

L'électrification du parc automobile global va augmenter en parallèle d'une autre tendance de mobilité majeure ; l'automatisation des véhicules. On s'attend à ce que la mobilité et la demande pour des services de transport continuera à se développer et augmenter en fonction de l'économie mondiale croissante. Ce fait à lui seul peut mettre de la pression sur les objectifs et politiques actuels et futurs en matière d'émission du transport. Le déploiement de véhicules automatisés pourrait augmenter encore la croissance des services de transport et avoir un impact négatif supplémentaire sur les émissions liées au transport. C'est pourquoi les véhicules électriques pourraient devenir la solution à ce problème en aidant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et en atteignant des objectifs globaux déjà mis en place par des entités telles que la Commission européenne. On pourrait dire que le déploiement de véhicules automatisés augmentera la rentabilité des VEs et favorisera la croissance du marché (Offer, 2015).

L'assurance des véhicules électriques est toujours dans son stade embryonnaire et les politiques sont toujours en cours d'évolution. La valeur d'une assurance dépend principalement de la voiture (par ex. batterie louée) et du conducteur, mais certains assureurs offrent des remises ou incitations aux conducteurs de véhicules électriques, par ex. en tant que récompense pour l'achat d'un véhicule à émission zéro. Il existe des données contradictoires sur la question à savoir si l'assurance d'une voiture électrique devrait être plus élevée que celle d'une voiture à combustion (Cohen, 2015 ; Roberts, 2015 ; Schaal, 2014). Il a été affirmé que, comme les voitures électriques sont généralement plus petites et moins puissantes, elles possèdent un profil de risque réduit et devraient donc profiter de prix d'assurance réduits. De plus, la simplicité du groupe motopropulseur électrique réduit le nombre de visites chez le mécanicien. D'un autre côté, les véhicules électriques coûtent plus cher comparés à leurs homologues à combustion, ce qui pourrait mener à des prix d'assurance plus élevés. De plus, le prix des réparations, lorsqu'elles sont nécessaires, serait certainement plus élevé en raison de la nécessité de faire appel à un technicien spécialisé.

Le déploiement des véhicules électriques sur le marché en est encore à ses débuts, mais est passé d'un stade expérimental à une commercialisation complète. Néanmoins, il restera vulnérable aux changements dans les prochaines années, d'un point de vue technique comme politique. Il est et restera de plus en plus important de continuer à soutenir le déploiement des VEs sur le marché.

5 Références

Cohen, A. (2015) “Why Car Insurance Costs More for Electric Vehicles”, [Website] at <https://www.nerdwallet.com/blog/insurance/car-insurance-quotes-electric-cars/>, last accessed 4th March 2016

Cocron, P., Bühler, F., Franke, T., Neumann, I. and Krems J. F. (2011) „The silence of electric vehicles - blessing or curse?“ in Proceedings of the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington DC, at <https://www.tu-chemnitz.de/hsw/psychologie/professuren/allpsy1/pdf/Cocron%20et%20al.,2011.pdf>, last accessed 3rd March, 2016

Crothers, B. (2015) “The Road Ahead: Toyota Sees Gas Engine Cars Gone by 2050 (Tesla’s Already There)”, [Website] at <http://www.forbes.com/sites/brookecrothers/2015/10/18/the-road-ahead-toyota-sees-gas-engine-cars-gone-by-2050-teslas-already-there/#7051cacc640c>, last accessed 4th of March, 2016

Czuka, M., Aichinger, C., Mocanu, I., Hoschopf, H. and Saleh, P. (2015) “E-ENDORSE Deliverable WP2 and WP3”, AIT Austrian Institute of Technology

Denjean, S., Roussarie, V. and Kronland Martinet R (2012) “How does interior noise alter driver’s perception of motion? Multisensory integration in speed perception”, in Proceedings of the Acoustics Nantes Conference, Nante 2012

Green Car Congress (2016) “Renault was Europe’s top EV brand in 2015”, [Website] at <http://www.greencarcongress.com/2016/01/20160118-renault.html>, last accessed 4th March 2016

Hanna, R. (2009) “Incident of Pedestrian and Bicyclist Crashes by Hybrid Electric Passenger Vehicles”, National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, at <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811204.PDF>, last accessed 3rd March, 2016

Hoschopf, H., Mocanu, I., Saleh, P., Gasparoni, S., Czuka, M. and Etl, F. (2014) “E-ENDORSE Deliverable WP1 - Status Quo & State of the Art”, AIT Austrian Institute of Technology

Hunt, T. (2015) “Future of the Electric Car”, [Website] at <http://www.greentechmedia.com/articles/read/the-future-of-the-electric-car>, last accessed 4th of March 2016

Kalhammer, F.R., Kamath, H., Duvall, M., Alexander, M. and Jungers, B. (2009) „Plug-in hybrid electric vehicles: Promise, issues and prospects“, EVS24 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium, Norway, May 13-16, 2009, at <http://www.e-mobile.ch/pdf/2010/EVS-24-5040526.pdf>, last accessed on 3rd March 2016

Lutsey, N. (2015) "Transition to a global zero-emission vehicle fleet: A collaborative agenda for governments", White Paper, The International Council on Clean Transportation,

http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_GlobalZEVAlliance_201509.pdf, last accessed 29th February 2016

Morgan, P.A., Morris, L., Muirhead, M., Walter, L.K. and Martin J. (2011) "Assessing the perceived risk from quiet electric and hybrid vehicles to vision-impaired pedestrians", TRL, ISBN 978-1-84608-903-9, at <http://www.trl.co.uk/reports-publications/report/?reportid=6708>, last accessed 3rd March 2016

Offer, G. J. (2015) "Automated vehicles and electrification of transport", in Energy & Environmental Science, 2015, no 8, pages 26-30, DOI 10.1039/C4EE02229G, at <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/ee/2015/c4ee02229g#!divAbstract>, last accessed 4th March 2016

Road Safety Observatory (n.d.) "Synthesis title: Electric Vehicle Safety", at <http://www.roadsafetyobservatory.com/Review/10098>, last accessed 3rd March 2016

Roberts, L. (2015) "Compare Electric Car Insurance Quotes Online", [Website] at <https://www.moneysupermarket.com/car-insurance/electric-car/>, last accessed 4th March 2016

Schaal, E. (2014) "Electric Cars Cheaper to Insure than Gasoline Cars", [Website] at <http://www.cheatsheet.com/automobiles/electric-vehicles-now-cheaper-to-insure-and-own-than-gas-cars.html/?a=viewall>, last accessed 4th March 2016

Smith, B. (2012) "Chevrolet volt battery incident overview report", National Highway Traffic Safety Administration, at http://www.nhtsa.gov/staticfiles/nvs/pdf/Final_Reports.pdf, last accessed 3rd March 2016

Tjus, M. (2011) "BatMan: Battery Health and Safety Management", XIII International PhD Workshop OWD, 22-25 October 2011, Bochum University, at <http://mechatronika.polsl.pl/owd/pdf2011/172.pdf>, last accessed 3rd March 2016

Visvikis, C., Morgan, P., Boulter, P., Hardy, B., Robinson, B., Edwards, M., Dodd, M. and Pitcher, M. (2010) "Electric vehicles: Review of type-approval legislation and potential risks", Transport Research Laboratory, at http://www.emic-bg.org/files/report_electric_vehicles_en.pdf, last accessed 3rd March 2016

Visvikis, C. (2012) "Safety considerations for electric vehicles and regulatory activities", in EVS26 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium