

Sécurité des radiations électromagnétiques

Scientific and policy developments regarding the health effects of electromagnetic radiation exposure from cell phones, cell towers, Wi-Fi, Smart Meters, and other wireless technology including 5G, the fifth generation of cellular technology.

Voitures hybrides et électriques : risques de radiation électromagnétique

Les voitures hybrides et électriques peuvent être cancérogènes car elles émettent des champs électromagnétiques (CEM) à extrêmement basse fréquence (ELF). Des études récentes sur les CEM émis par ces automobiles ont affirmé soit qu'ils posent un risque de cancer pour les occupants des véhicules, soit qu'ils sont sans danger.

Malheureusement, de nombreuses recherches menées sur cette question ont été financées par des entreprises ayant des intérêts particuliers, ce qui rend difficile de savoir quelles études sont fiables.

Pendant ce temps, de nombreuses études de laboratoire évaluées par des pairs, menées sur plusieurs décennies, ont trouvé des effets biologiques à partir d'expositions limitées aux CEM ELF. Ces études suggèrent que les directives sur les CEM établies par la Commission internationale pour la protection contre les radiations non ionisantes (ICNIRP), auto-proclamée, sont insuffisantes pour protéger notre santé. D'après ces recherches, plus de 250 experts en CEM ont signé l'Appel des scientifiques internationaux sur les CEM, qui appelle l'Organisation mondiale de la santé à établir des directives plus strictes pour les CEM ELF et les CEM de radiofréquence. Ainsi, même si les mesures de CEM respectent les directives de l'ICNIRP, les occupants des voitures hybrides et électriques peuvent toujours être exposés à un risque accru de cancer et d'autres problèmes de santé.

Étant donné que les champs magnétiques sont considérés comme "peut-être cancérogènes" pour les humains par le Centre international de recherche sur le cancer de l'Organisation mondiale de la santé depuis 2001, le principe de précaution dicte que nous devons concevoir des produits de consommation pour minimiser l'exposition des consommateurs aux CEM ELF. Cela s'applique particulièrement aux automobiles hybrides et électriques, car les conducteurs et les passagers passent beaucoup de temps dans ces véhicules, et les risques pour la santé augmentent avec la durée de l'exposition.

En janvier 2014, SINTEF, la plus grande organisation de recherche indépendante en Scandinavie, a proposé des directives de conception de fabrication qui pourraient réduire les champs magnétiques dans les véhicules électriques. Tous les fabricants d'automobiles devraient suivre ces directives pour garantir la sécurité de leurs clients.

Le public devrait exiger que les gouvernements financent de manière adéquate des recherches de haute qualité sur les effets des champs électromagnétiques sur la santé, indépendantes de l'industrie, pour éliminer tout conflit d'intérêt potentiel. Aux États-Unis, une initiative nationale majeure de recherche et d'éducation pourrait être financée avec une redevance de seulement 5 cents par mois sur les abonnés de téléphones mobiles.

Vous trouverez ci-dessous des résumés et des liens vers des études récentes et des articles de presse sur ce sujet.

Note du 18/06/2024 : Le document suivant vient d'être publié. Voir également ci-dessous une étude de la Commission européenne de 2020 que je viens d'ajouter à ce post, "Évaluation des champs magnétiques à basse fréquence dans les véhicules électrifiés."

Les préoccupations liées aux radiations non ionisantes influencent-elles le choix des consommateurs entre les voitures hybrides et traditionnelles ?

Anat Tchetchik, Sigal Kaplan, Orit Rotem-Mindali O. Les préoccupations liées aux radiations non ionisantes influencent-elles le choix des consommateurs entre les voitures hybrides et traditionnelles ? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 131, 2024, doi: 10.1016/j.trd.2024.104226.

Résumé

L'essor du marché des véhicules hybrides électriques (VHE) a suscité des préoccupations quant aux impacts à long terme de l'exposition aux radiations non ionisantes (RNI). Cette étude est la première à aborder l'impact des RNI sur le choix des consommateurs entre les VHE et les véhicules à moteur à combustion interne (ICE). Nous explorons l'hypothèse selon laquelle les RNI sont associées à une probabilité plus faible de choix de VHE en présence d'informations sur les RNI et l'effet relatif des préoccupations sanitaires liées aux RNI par rapport aux attitudes environnementales et aux normes de conduite. Les données sont recueillies à partir d'une expérience de choix déclarée et estimées via un modèle de choix hybride. Les résultats montrent que : i) les RNI sont associées à une probabilité de choix plus faible des VHE ; ii) la crainte des RNI est associée à une probabilité plus élevée de choisir des véhicules ICE, tandis que le scepticisme vis-à-vis des RNI est associé à une probabilité plus élevée de choisir des VHE ; iii) la présentation d'informations sur les RNI, qu'elles soient positives ou négatives, décourage le choix des VHE par rapport à l'absence d'information.

Conclusions et recommandations politiques

Les résultats montrent l'effet des barrières associées aux RNI sur le choix entre VHE et ICE et soulignent les recommandations politiques suivantes.

Premièrement, la production massive de VE combinée à l'absence de cadres réglementaires peut entraîner l'introduction de modèles de voitures à faible coût avec des normes de sécurité RNI faibles (Trentadue et al., 2020). L'Union européenne recommande un cadre réglementaire clair et des normes internationales pour promouvoir la transition vers les VE. Cette étude a montré que les niveaux de RNI affectent

négalement le choix des VHE, signalant aux fabricants d'automobiles et aux décideurs politiques que les consommateurs sont préoccupés par les niveaux de RNI. En conséquence, fixer des normes de sécurité pour les RNI et maintenir des niveaux de RNI faibles sont des objectifs importants pour la transition vers des véhicules autonomes, connectés et électriques.

Deuxièmement, cette étude a montré que, bien que la crainte des RNI soit un facteur de dissuasion, le scepticisme vis-à-vis des RNI était un fort motivateur de choix. Ainsi, la probabilité perçue de survenue est aussi importante que la crainte du risque RNI. Comme pour d'autres problèmes de santé, la prévalence dans la population est un facteur de décision important qui, en l'absence d'information, peut conduire à des croyances d'auto-exemption. Des preuves scientifiques provenant d'études à grande échelle sur les effets des RNI à court et à long terme et leur prévalence dans la population et parmi les groupes à risque permettront une prise de décision éclairée, aideront à atténuer la crainte des RNI et à établir des lignes directrices significatives pour les niveaux de RNI dans les véhicules. Avec des objectifs climatiques nécessitant la transition vers les VE d'ici 2030 et avec l'avancement technologique rapide des véhicules autonomes, connectés et électriques, il est important d'établir la prévalence des effets des RNI à court et à long terme pour l'avenir de l'industrie.

Troisièmement, une meilleure qualité de l'information renforce la relation entre la représentation des nouvelles technologies de véhicules et la valeur perçue de l'achat (Zhang et al., 2022). Notre étude a montré que la présentation d'informations positives ou négatives peut conduire à une probabilité de choix plus faible lorsqu'un seuil de sécurité RNI est fourni. Dans cette étude, l'information selon laquelle "Les études montrent que l'exposition à long terme à des niveaux de RNI inférieurs à 4 mG est sûre" était associée à des probabilités de choix plus faibles, similaire au cas de la présentation négative, "Les études montrent que l'exposition à long terme à des niveaux de RNI inférieurs à 4 mG augmente les risques pour la santé." Les décideurs politiques et les fabricants doivent prendre en compte la qualité de l'information en termes de précision, clarté, ambiguïté et sources potentielles de confusion et de biais de décision. Dans cette étude, les consommateurs ont utilisé le seuil de 4 mG fourni comme ancre de décision, ce qui signifie que les consommateurs dans certains contextes culturels recherchent des critères d'évaluation clairs, "rapides et frugaux" sans s'engager dans des évaluations complexes de l'exposition.

Enfin, le modèle montre que les voyages avec des enfants sont négativement associés à la location de VHE. Néanmoins, bien que la crainte des RNI soit négativement associée à la location de VHE, un effet d'interaction supplémentaire entre les niveaux de RNI et les voyages avec des enfants n'était pas statistiquement significatif. Ces résultats indiquent que bien que la crainte des RNI soit importante, il n'y a pas de préoccupations sanitaires supplémentaires particulièrement associées aux voyages avec des enfants. Ainsi, la diminution de la propension à louer des VHE lors de voyages avec des enfants peut être associée à d'autres raisons, telles que la fiabilité du véhicule ou d'autres préoccupations qui n'ont pas été étudiées dans la présente étude. Notamment, des études précédentes ont trouvé une préoccupation particulière pour la santé des enfants liée aux RNI des téléphones mobiles et des stations cellulaires. Leach et Bromwich (2018) ont trouvé que les deux tiers des participants estimaient que l'utilisation de la technologie mobile devrait être restreinte en raison des risques possibles pour la santé des enfants. Pölzl (2011) a ajouté que 30 % de la population avait de fortes ou considérables préoccupations

concernant les risques sanitaires des RNI pour les enfants, et a noté que les adultes peuvent être motivés à ajuster leur comportement pour protéger leurs enfants. Des recherches supplémentaires sont importantes dans d'autres régions et contextes, pour comprendre plus en profondeur la question de la location ou de l'achat de VHE lors de voyages avec des enfants.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920924001834>

[Champs électromagnétiques (CEM) dans les voitures électriques]

Eberhard J, Fröhlich J, Zahner M. [Champs électromagnétiques (CEM) dans les voitures électriques] Elektromagnetische Felder (EMF) in Elektrofahrzeugen. Office fédéral de l'énergie (SFOE). 2023.

Ma note : Je serais intéressé de voir une traduction en anglais de ce rapport. Les expositions rapportées dans le résumé en anglais ci-dessous sont alarmantes, car les limites d'exposition de l'ICNIRP sont bien trop laxistes et inadéquates pour protéger notre santé.

Résumé

De plus en plus de véhicules électriques à batterie (véhicules électriques) sont mis en service pour faciliter la décarbonisation de la mobilité. Des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques (CEM) sont générés dans et autour des véhicules par les composants électriques de la transmission, par le chargement de la batterie et par d'autres systèmes électroniques divers utilisés dans les véhicules modernes. En principe, on peut dire d'un point de vue technique que tous les véhicules génèrent des émissions de champs électromagnétiques, quel que soit le type de transmission. Outre les paramètres électriques des composants, la conception et les matériaux utilisés sont significatifs. Une caractéristique de l'exposition dans les véhicules est que les passagers peuvent être exposés simultanément à un grand nombre de sources de diverses fréquences dans un espace très confiné pendant des heures. On est également dans un volume qui est (partiellement) blindé par la carrosserie de la voiture et les vitres recouvertes de métal vaporisé.

L'objectif de ce projet était d'évaluer, par des mesures sur une sélection de véhicules électriques, si les émissions supplémentaires de CEM de la transmission électrique et des composants associés sont à considérer comme un risque pour la santé et si des clarifications plus approfondies sont nécessaires.

À cette fin, des mesures étendues des CEM à basse fréquence et haute fréquence existant dans des conditions réelles d'exploitation, y compris le processus de chargement, ont été effectuées sur une petite sélection de véhicules de série (5 véhicules électriques purement électriques et à batterie, 1 véhicule à moteur diesel à titre de comparaison) du marché des véhicules de stock afin de pouvoir évaluer les émissions sur les passagers et les personnes se trouvant à proximité du véhicule. Comme il n'existe actuellement pas de réglementations spécifiques pour les CEM dans les véhicules électriques, les intensités de champ des CEM mesurés ont été classées par rapport aux recommandations de limites

établies internationalement (ICNIRP). Les expositions totales des valeurs limites ainsi déterminées de toutes les sources étaient plutôt faibles, en moyenne dans une plage allant jusqu'à 5 % pour les champs magnétiques à basse fréquence et jusqu'à environ 10 % pour les CEM à haute fréquence. Occasionnellement, des pics de lectures plus élevés de champs magnétiques à basse fréquence allant jusqu'à environ 50 % des valeurs limites ont été trouvés. En général, comme c'est courant avec les champs magnétiques en général, ces valeurs élevées sont souvent très localisées. De plus, en raison de la situation dynamique et complexe dans les véhicules, elles se produisent souvent seulement sporadiquement et, autant que possible, ne sont guère directement liées à la transmission électrique. Les résultats de mesure de la présente étude sont cohérents avec d'autres études précédentes. Le transfert d'énergie sans fil (chargement) n'a pas été étudié dans ce projet.

Autant que les résultats de cette étude peuvent être généralisés, la transmission électrique avec énergie tirée d'une batterie semble être non problématique en ce qui concerne les CEM supplémentaires.

Quel que soit le type de transmission, il convient de prêter attention à l'évolution technologique, en particulier en ce qui concerne la tendance à l'augmentation de la mise en réseau et de la numérisation. Une question importante reste l'insuffisance de la réglementation des CEM pour les intérieurs de véhicules.

Rapport en accès libre en allemand :

<https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=70257&Load=true>

--

Exposition aux champs électromagnétiques RF dans le véhicule connecté : Enquête sur les scénarios existants et à venir

G. Tognola, M. Bonato, M. Benini, S. Aerts, S. Gallucci, E. Chiaramello, S. Fiocchi, M. Parazzini, B. Masini, W. Joseph, J. Wiart, P. Ravazzani. Exposition aux champs électromagnétiques RF dans le véhicule connecté : Enquête sur les scénarios existants et à venir. IEEE Access. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3170035.

Résumé

Les véhicules futurs seront de plus en plus connectés pour permettre de nouvelles applications et améliorer la sécurité, l'efficacité du trafic et le confort, grâce à l'utilisation de plusieurs technologies d'accès sans fil, allant de la connectivité véhicule-à-tout (V2X) à la détection radar automobile et aux technologies de l'Internet des objets (IoT) pour les réseaux de capteurs sans fil intra-véhicule. Ces technologies couvrent la gamme de radiofréquences (RF), allant de quelques centaines de MHz, comme dans les réseaux de capteurs intra-véhicule, à des centaines de GHz, comme dans les radars automobiles utilisés pour la détection des occupants du véhicule et les systèmes avancés d'aide à la conduite. Les occupants du véhicule et les usagers de la route à proximité du véhicule connecté sont donc quotidiennement immergés dans un champ électromagnétique (CEM) multi-source et multi-bande généré par ces technologies. Cet article est la première enquête complète et spécifique sur l'exposition aux CEM générée par l'ensemble des technologies de connectivité dans les voitures. Pour chaque technologie, nous décrivons

les principales caractéristiques, les normes pertinentes, le domaine d'application et le déploiement typique dans les voitures modernes. Nous caractérisons ensuite de manière approfondie les scénarios d'exposition aux CEM résultant de ces technologies en résumant et en comparant les résultats des études passées sur l'exposition dans la voiture. Les résultats des études passées ont suggéré qu'en aucun cas l'exposition aux CEM ne dépassait les limites de sécurité pour la population générale. Enfin, les défis ouverts pour une caractérisation plus réaliste du scénario d'exposition aux CEM dans la voiture connectée sont discutés.

Article en accès libre :

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9762806&isnumber=6514899>

Problèmes électromagnétiques complexes associés à l'utilisation des véhicules électriques dans le transport urbain

Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Patryk Zradziński. Problèmes électromagnétiques complexes associés à l'utilisation des véhicules électriques dans le transport urbain. *Sensors* (Bâle). 2022 Feb 22;22(5):1719. doi: 10.3390/s22051719.

Résumé

Le champ électromagnétique (CEM) dans les véhicules électriques (VE) affecte non seulement les conducteurs, mais aussi les passagers (utilisant quotidiennement les VE) et les dispositifs électroniques à l'intérieur. Cet article résume les méthodes de mesure applicables dans les études sur les CEM complexes dans les VE, axées sur l'évaluation des caractéristiques de cette exposition pour les utilisateurs et les conducteurs de VE, ainsi que les résultats des investigations sur le champ magnétique statique (SMF), le champ magnétique à extrêmement basse fréquence (ELF) et les CEM de radiofréquence (RF) liés à l'utilisation des VE dans les transports urbains. Les composants des CEM étudiés respectent séparément les limites fournies par le droit du travail international et les directives concernant l'évaluation de l'exposition humaine à court terme ; cependant, d'autres questions nécessitent une attention particulière - l'immunité électromagnétique des dispositifs électroniques et l'exposition humaine à long terme. Les CEM les plus forts ont été trouvés à proximité des installations de recharge en courant continu (DC) - SMF jusqu'à 0,2 mT et champ magnétique ELF jusqu'à 100 μ T - et à l'intérieur des VE - jusqu'à 30 μ T près de leurs équipements électriques internes. Une exposition aux CEM RF à l'intérieur des VE (jusqu'à quelques V/m) a été trouvée et reconnue comme étant émise par les systèmes de communication radio extérieurs, ainsi que par les sources utilisées à l'intérieur des véhicules, telles que les combinés de communication mobile des passagers et les antennes de routeurs Wi-Fi.

Extraits

4.5. Aspects sanitaires de l'exposition aux CEM dans les VE

L'exposition quotidienne prolongée d'un conducteur de VE aux CEM, même si elle est conforme aux limites d'exposition, ne peut être considérée comme négligeable lorsqu'on

prend en compte les effets potentiels sur la santé liés à une exposition chronique aux CEM. Le champ magnétique ELF a été classé comme cancérigène possible pour l'homme (classification 2B) sur la base des risques cancérigènes élevés prouvés épidémiologiquement dans les populations exposées chroniquement à des champs magnétiques supérieurs à $0,4 \mu\text{T}$ (niveau d'attention lié à l'exposition annuelle moyenne) [38,39,40]. Le niveau d'exposition au champ magnétique ELF rapporté dans diverses études axées sur les CEM dans les VE et discutées dans cet article peut contribuer de manière significative à l'exposition prolongée totale des conducteurs.

Les effets de l'exposition aux CEM induits dans les objets exposés sont dépendants de la fréquence, mais la majorité des études réalisées jusqu'à présent dans le domaine de la sécurité des CEM ont porté sur les populations exposées aux lignes à haute tension (c'est-à-dire à une exposition chronique aux CEM de fréquence sinusoïdale), et les résultats de ces observations ont constitué la base de la classification 2B mentionnée pour les champs ELF dépassant $0,4 \mu\text{T}$. En raison des différences dans les profils de fréquence des expositions discutées (près des lignes électriques et dans les VE), il est nécessaire d'analyser très soigneusement dans quelle mesure les résultats des études sur les effets sur la santé et la sécurité des expositions aux CEM ELF varient dans ces cas, et quelles métriques d'exposition sont pertinentes pour les évaluer. De même, les différences mentionnées dans les caractéristiques de fréquence des CEM ELF dans les VE et des CEM près des installations électriques ordinaires doivent également être prises en compte en ce qui concerne le protocole d'évaluation de l'exposition, ce qui signifie en pratique que les études des paramètres de l'exposition aux CEM associée à l'utilisation des VE nécessitent non seulement des mesures de la valeur RMS (qui, en pratique, est généralement presque égale à la valeur RMS de la composante de fréquence dominante de l'exposition), mais aussi une attention aux harmoniques supérieures de cette exposition, aux composantes de fréquences fondamentales autres que 50 Hz, aux paramètres des CEM transitoires lors des changements rapides du mode de conduite des VE, et à l'exposition combinée incluant les composantes mentionnées ci-dessus.

Comme pour le champ magnétique ELF, les CEM RF ont été classés par le CIRC dans le groupe des facteurs environnementaux cancérigènes 2B [41]. Cette composante de l'exposition aux CEM du conducteur nécessite également une attention particulière en raison de son niveau au moins comparable à celui de l'exposition en milieu de bureau, où les installations de communication radio sans fil sont utilisées et où l'exposition quotidienne prolongée, potentiellement significative pour l'exposition chronique totale du conducteur, se combine avec d'autres composantes de fréquences inférieures (couvrant ensemble l'exposition aux : champs statiques, basse fréquence et radiofréquence).

5. Conclusions

Dans chaque zone urbaine, une masse quotidienne de passagers voyage par les transports publics. Pour des raisons écologiques et économiques, ainsi que le développement technologique, une proportion significative de la population utilise déjà quotidiennement des VE (trams, métro, trolleybus, bus), étant donné qu'ils constituent une majorité croissante des ressources de transport dans diverses grandes villes. Pendant les trajets, les passagers et les conducteurs sont exposés à un CEM complexe spécifique, avec une composante ELF dominante émise par les systèmes de conduite et leurs installations d'alimentation, et une composante RF émise par divers systèmes de communication sans fil (par exemple, des routeurs Wi-Fi souvent situés à l'intérieur des véhicules, des

combinés de communication mobile utilisés par les passagers, et des stations de base de communication mobile situées à l'extérieur des véhicules). En fonction de l'emplacement de l'équipement électrique à l'intérieur des VE, une exposition plus élevée aux CEM peut affecter les passagers, ou dans certains cas, les conducteurs.

Les investigations sur les CEM SMF, ELF et RF émis par divers équipements électriques associés à l'utilisation des VE dans les transports urbains ont montré que leurs niveaux, considérés séparément, respectent les limites fournies par le droit du travail international et les directives visant à protéger contre les effets directs à court terme sur les humains des CEM d'une gamme de fréquences particulière (établies pour prévenir la charge thermique ou la stimulation électrique dans les tissus exposés) [12,13,17,20,21,22]. Les directives internationales et le droit du travail ne fournissent pas de règles sur la manière d'évaluer l'exposition simultanée à différentes gammes de fréquences (par exemple, SMF avec ELF et RF). Cela nécessite également une attention particulière, étant donné que les dispositifs et systèmes électroniques utilisés à l'intérieur des VE doivent avoir une immunité électromagnétique suffisante pour garantir que leur performance ne soit pas négativement affectée par l'impact des CEM émis par l'utilisation des VE.

Étant donné la nature chronique de l'exposition aux CEM dans les VE (en particulier en ce qui concerne l'exposition potentielle des conducteurs lorsque diverses sources de CEM sont situées à proximité de leurs cabines), et les risques spécifiques potentiels liés à l'exposition aux CEM de composition complexe dans les domaines temporels et fréquentiels, il est nécessaire de collecter des données de recherche sur les caractéristiques complexes de l'exposition aux CEM liée à l'utilisation des VE dans les transports publics et les résultats sanitaires associés chez les travailleurs exposés chroniquement, ainsi que de réduire le niveau de leur exposition en appliquant des mesures préventives pertinentes (par exemple, en plaçant les routeurs Wi-Fi intérieurs, et d'autres équipements électriques similaires, loin de la cabine du conducteur) [17,23,42,43,44].

Article en accès libre : <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/5/1719>

Évaluation des champs magnétiques à basse fréquence dans les véhicules électrifiés

Commission européenne, Centre commun de recherche, Trentadue, G., Zanni, M., Martini, G. (2020). Évaluation des champs magnétiques à basse fréquence dans les véhicules électrifiés, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/056116>

Résumé

Ce rapport présente des recherches exploratoires sur les champs magnétiques à basse fréquence (jusqu'à 400 kHz) générés par les véhicules hybrides et électriques dans des conditions de conduite et de recharge.

L'étude comprend une enquête bibliographique et des travaux expérimentaux abordant les questions des protocoles de mesure, de la sélection des instruments et du traitement des données, dans le but de contribuer au développement de normes. Lorsque les activités expérimentales ont été planifiées, il n'y avait pas de procédures de mesure publiées

spécifiques au secteur automobile ; différentes méthodologies et configurations d'instruments ont donc été explorées.

Résumé exécutif

L'électrification est actuellement considérée comme l'une des options clés pour la décarbonisation du secteur des transports routiers. Le nombre de véhicules électriques immatriculés et de modèles proposés sur le marché augmente continuellement.

Cependant, un certain nombre de problèmes représentent, ou sont perçus par les consommateurs comme, des obstacles à l'achat d'une voiture électrique. L'autonomie limitée, le prix élevé et le manque d'infrastructure de recharge sont les plus importants. Les dangers potentiels pour la sécurité liés à l'exposition aux champs magnétiques lors de l'utilisation de véhicules électriques sont dans certains cas indiqués comme une source de préoccupation pouvant décourager les gens de choisir cette technologie.

Les effets des champs électromagnétiques sur la santé ont été étudiés pendant plusieurs décennies et il n'y a pas de preuves claires d'effets à long terme possibles. Au contraire, les effets physiologiques directs sont bien connus. Les effets directs se produisent au-dessus de certains seuils et consistent en une électrostimulation des nerfs à basse fréquence (1 Hz à 10 MHz) et un échauffement des tissus corporels à des fréquences plus élevées (100 kHz-300 GHz). Les effets indirects sont également connus et incluent : le déclenchement de dispositifs électro-explosifs, les chocs électriques ou les brûlures dus aux courants de contact, le risque de projectile d'objets ferromagnétiques, l'interférence avec les dispositifs médicaux, etc.

Les effets directs sont liés à des quantités internes au corps, non mesurables en pratique. Pour ces raisons, les directives internationales publiées par la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) identifient des paramètres spécifiques à mesurer et définissent les niveaux de référence correspondants pour les travailleurs et le grand public.

Alors que les réglementations existantes sur les véhicules abordent des aspects tels que la compatibilité électromagnétique et d'autres questions de sécurité, il n'existe pour le moment aucune législation spécifique réglementant les champs électromagnétiques (CEM) générés par les véhicules. Il existe quelques procédures récemment publiées qui sont recommandées pour évaluer les CEM dans le secteur automobile et qui diffèrent par le niveau de détail de la description du protocole et certaines exigences.

Cette étude a été réalisée avec les objectifs suivants en tête :

- Fournir une image claire des connaissances actuelles dans ce domaine au moyen d'une enquête bibliographique complète. Un résumé des principales conclusions est disponible au chapitre 3.2 ;
- Recueillir des données expérimentales sur les champs magnétiques à basse fréquence générés par les véhicules électrifiés de dernière génération grâce à des expériences ad hoc menées dans les laboratoires VELA du JRC (section 5) ;
- Soutenir le développement d'une procédure de test standard en prévision d'une législation future sur l'homologation des véhicules électriques (sections 6, 7).

Au total, neuf voitures de tourisme électrifiées différentes, comprenant à la fois des véhicules électriques purs et des hybrides, ont été testées dans les installations du JRC. L'accent principal a été mis sur l'évaluation de la densité de flux magnétique (champ B), dans les domaines temporel et fréquentiel, à l'intérieur du véhicule dans diverses conditions de fonctionnement. L'instrument utilisé pour la campagne suit les directives définies dans la norme CEI 61786-1:2013 "Mesure des champs magnétiques DC, AC et AC électriques de 1 Hz à 100 kHz en ce qui concerne l'exposition des êtres humains - Partie 1: Exigences pour les instruments de mesure".

Il est important de souligner que lorsque ce travail exploratoire a commencé, aucune norme pour l'évaluation des champs magnétiques à basse fréquence à l'intérieur des véhicules n'était disponible. En conséquence, le protocole utilisé a changé de manière significative en réponse à l'expérience acquise au cours des travaux. Des emplacements de mesure correspondant à différentes parties du corps humain (tête, thorax et pieds) ont été définis à l'intérieur de chaque véhicule. Les véhicules ont été opérés selon un cycle de conduite comprenant des accélérations et des freinages brusques, ainsi que des phases de vitesse constante. Étant une activité totalement nouvelle pour le JRC, des solutions à un certain nombre de défis techniques ont été trouvées, en particulier en ce qui concerne la reproductibilité du cycle de conduite et l'acquisition correcte des données.

Les résultats montrent que les valeurs de champ B les plus élevées ont été enregistrées dans les emplacements correspondant aux positions des pieds, lors des accélérations brusques et des freinages régénératifs. Les phases d'accélération et de freinage, plutôt que les phases de vitesse constante, étaient responsables des pics de courant les plus élevés et par conséquent du champ B ; les valeurs du champ B étaient également influencées par la configuration du véhicule et l'utilisation pendant le test (climatisation, freinage régénératif).

L'étude a identifié certains problèmes potentiels liés aux exigences de l'instrumentation et de la procédure de test qui doivent être davantage étudiés et résolus en vue d'une future réglementation.

Une caractérisation complète des champs magnétiques générés pendant le fonctionnement du véhicule nécessiterait la corrélation des valeurs instantanées du champ B avec les courants dans les conducteurs du véhicule et avec la vitesse du véhicule. Cette tâche représente un défi majeur en termes d'instrumentation de mesure qui n'a pas encore été entièrement résolu. Des outils ad hoc doivent être développés pour acquérir et synchroniser tous les paramètres pertinents, y compris les paramètres cryptés de l'unité de contrôle électronique du véhicule. De plus, il s'est avéré que la résolution en fréquence des sondes appropriées pour mesurer l'exposition humaine aux champs magnétiques (c'est-à-dire des sondes conformes à la directive européenne 2013/35/UE, aux lignes directrices ICNIRP 2010 et 1998, et à la norme CEI 61786-2 - Mesure des champs magnétiques DC, AC et des champs électriques AC de 1 Hz à 100 kHz en ce qui concerne l'exposition des êtres humains - Partie 2: Norme de base pour les mesures) pourrait ne pas être suffisante pour une caractérisation précise en domaine fréquentiel du champ. Cela implique que des exigences spécifiques sont nécessaires pour les instruments à utiliser pour les mesures de l'exposition aux champs magnétiques à l'intérieur des véhicules. L'autre problème lié à l'instrument utilisé est que les valeurs brutes du champ B n'étaient pas disponibles pendant les mesures en domaine temporel, car la sonde ne fournissait que le pourcentage du rapport entre le champ mesuré et le

niveau de référence, limitant les possibilités de post-traitement. Pour cette raison, d'autres mesures, dont les résultats sont en attente de publication, ont été effectuées avec un deuxième instrument en collaboration avec l'ENEA, l'Agence italienne pour les nouvelles technologies, l'énergie et le développement économique durable, dans le but d'acquérir des valeurs instantanées du champ magnétique pour quantifier une sous-estimation hypothétique des valeurs enregistrées par l'instrument utilisé précédemment.

Les procédures de mesure récemment publiées pour les champs magnétiques à l'intérieur des véhicules recommandent une approche similaire à celle décrite ici en termes d'instrumentation utilisée et de conditions de fonctionnement du véhicule testé. Cependant, ces protocoles diffèrent par le niveau de détail concernant à la fois la procédure et les exigences pour l'instrumentation. Un effort pour harmoniser et mieux définir les normes proposées jusqu'à présent est souhaitable.

Dans un avenir où la production de véhicules électriques sera massivement augmentée et la réglementation inadéquate, les fabricants pourraient chercher à réduire les coûts de production en économisant sur les protections contre l'exposition aux CEM, mettant sur le marché des modèles de voitures avec des normes de sécurité CEM inférieures. Pour éviter cela, une norme réglementaire appropriée, pour l'homologation ou la conformité en usage, est nécessaire. Cela fournirait également un cadre législatif clair avec lequel les acteurs du marché dans le secteur automobile pourraient planifier leurs investissements avec moins d'incertitude.

Article en accès libre : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d0294984-b68a-11ea-bb7a-01aa75ed71a1>

Examen des limites de sécurité et d'exposition aux champs électromagnétiques (CEM) dans les applications de charge sans fil des véhicules électriques (WEVC)

Erdem Asa, Mostak Mohammad, Omer C. Onar, Jason Pries, Veda Galigekere, Gui-Jia Su. Examen des limites de sécurité et d'exposition aux champs électromagnétiques (CEM) dans les applications de charge sans fil des véhicules électriques (WEVC). Conférence et exposition IEEE sur l'électrification des transports 2020 (ITEC). 23-26 juin 2020. doi: 10.1109/ITEC48692.2020.9161597.

Résumé

Cette étude passe en revue les limites d'exposition et la sécurité des émissions de champs électromagnétiques de fréquence intermédiaire (IF) pour les applications de charge sans fil des véhicules électriques (WEVC). Une revue des limites d'exposition aux champs électromagnétiques identifiées dans les directives internationales est présentée. Un aperçu des technologies de blindage des champs électromagnétiques est fourni, y compris les géométries recommandées, les matériaux et les performances des méthodes disponibles dans la littérature. Les résultats de laboratoire disponibles des émissions de CEM sont résumés en tenant compte de plusieurs études de transfert de puissance sans fil à différents niveaux de puissance. Les techniques possibles de réduction des CEM sont discutées avec des pratiques de blindage et des études de cas ORNL [Oak Ridge National

Laboratory]. De plus, les méthodes de détection des objets vivants (LOD) et de détection des objets étrangers (FOD) sont examinées du point de vue de la sécurité.

Conclusions

Cette étude examine et compile les limitations d'émission de CEM identifiées dans les directives et normes internationales, y compris IEEE, ICNIRP, ACGIH et SAE. Les émissions de CEM peuvent être substantielles, en particulier à des niveaux de transfert de puissance élevés et dans des conditions désalignées, et doivent être réduites en dessous des limites identifiées dans les directives ICNIRP 2010, qui sont plus conservatrices et considérées comme plus sûres. Cette étude fournit également une revue des méthodes de blindage et présente deux études de cas des expériences et pratiques de l'ORNL sur le blindage des CEM. Les niveaux d'exposition aux CEM et les méthodologies de blindage pour les applications de transfert de puissance sans fil à haute puissance et dynamique devraient être analysés dans de futures études avec des activités possibles de développement de normes.

Article en accès libre : <https://ieeexplore.ieee.org/document/9161597>

--

Étude de l'exposition électromagnétique sur un humain situé à l'intérieur de la voiture à l'aide de la méthode des sources auxiliaires

Jeladze VB, Nozadze TR, Tabatadze VA, et al. Étude de l'exposition électromagnétique sur un humain situé à l'intérieur de la voiture à l'aide de la méthode des sources auxiliaires. *J Communications Technology Electronics*. 65(5): 457-464. Mai 2020.

Résumé

L'article étudie l'effet du champ électromagnétique des communications sans fil sur un humain à l'intérieur d'une voiture dans les gammes de fréquences de 450, 900 et 1800 MHz, correspondant à la gamme opérationnelle des radios de la police et des téléphones mobiles modernes. Une analyse comparative de l'influence de la surface terrestre sous la voiture est présentée. Les résultats des calculs numériques utilisant la méthode des sources auxiliaires montrent la présence de phénomènes de résonance et d'un champ réactif élevé à l'intérieur de la voiture, ce qui entraîne une augmentation indésirable du niveau d'énergie absorbée dans les tissus humains.

Conclusions

La méthode des sources auxiliaires a été utilisée pour étudier l'exposition au champ électromagnétique de l'antenne d'un téléphone mobile sur un humain à l'intérieur d'une voiture. Les calculs ont pris en compte l'effet de la surface réfléchissante de la Terre sous la voiture. Les résultats ont montré que les champs réactifs de haute amplitude à l'intérieur de la voiture peuvent entraîner une augmentation multiple du coefficient SAR dans les tissus humains par rapport aux valeurs obtenues dans l'espace libre. Il est recommandé de réduire la durée des appels téléphoniques mobiles à l'intérieur d'une voiture.

Les patients porteurs de pacemakers ou de défibrillateurs n'ont pas besoin de s'inquiéter des voitures électriques : une étude observationnelle

Lennerz C, Horlbeck L, Weigand S, Grebmer C, Blazek P, Brkic A, Semmler V, Haller B, Reents T, Hessling G, Deisenhofer I, Lienkamp M, Kolb C, O'Connor M. *Technol Health Care*. 2019 Nov 8. doi: 10.3233/THC-191891.

Résumé

CONTEXTE : Les voitures électriques sont de plus en plus utilisées pour les transports publics et privés et représentent des sources potentielles d'interférences électromagnétiques (EMI). Les implications potentielles pour les patients porteurs de dispositifs électroniques cardiaques implantables (CIED) vont de restrictions de conduite inutiles à des dysfonctionnements potentiellement mortels de l'appareil. Cette étude prospective transversale a été conçue pour évaluer le risque d'EMI des voitures électriques sur la fonction des CIED.

MÉTHODES : Cent huit patients consécutifs porteurs de CIED se présentant pour un suivi de routine entre mai 2014 et janvier 2015 ont été inscrits à l'étude. Les participants ont été exposés aux champs électromagnétiques générés par les quatre voitures électriques les plus courantes (Nissan Leaf, Tesla Model S, BMW i3, VW eUp) lors d'essais de conduite sur banc à rouleaux à l'Institut de technologie automobile, Département de génie mécanique, Université technique de Munich. Le critère principal était toute anomalie de la fonction des CIED (par exemple, hypersensibilité avec inhibition de la stimulation, thérapie inappropriée ou changement de mode) lors de la conduite ou de la recharge des voitures électriques, évaluée par enregistrements électrocardiographiques et interrogation des appareils.

RÉSULTATS : Aucun changement de fonction ou de programmation des appareils n'a été observé dans cette cohorte représentative des dispositifs CIED contemporains. Le plus grand champ électromagnétique détecté se trouvait le long du câble de recharge pendant la charge à courant élevé (116,5 μ T). L'intensité du champ dans la cabine était plus faible (2,1-3,6 μ T).

CONCLUSIONS : Les voitures électriques produisent des champs électromagnétiques ; cependant, ils n'ont pas affecté la fonction ou la programmation des CIED dans notre cohorte. La conduite et la recharge des voitures électriques sont probablement sûres pour les patients porteurs de CIED.

Article en accès libre : <https://content.iospress.com/articles/technology-and-health-care/thc191891>

Pääkkönen R, Korpinen L. Champs magnétiques à basse fréquence à l'intérieur des voitures. *Radiation Protection Dosimetry*. 2019. 187(2):268-271. doi: 10.1093/rpd/ncz248.

Résumé

Les champs magnétiques ont été comparés à l'intérieur des sièges passagers des voitures électriques, à essence et hybrides. En parcourant environ 5 km en milieu urbain, les valeurs ont été enregistrées et comparées entre les types de voitures. Les densités de flux magnétique des voitures étaient inférieures à 2,6 μT . Les magnitudes des champs magnétiques des voitures à essence et des voitures hybrides étaient à peu près les mêmes et légèrement plus faibles pour les voitures électriques. D'après nos mesures, les valeurs étaient inférieures à 3 % des directives données pour la population générale ou les personnes utilisant des pacemakers.

Article en accès libre : <https://doi.org/10.1093/rpd/ncz248>

Surveillance à long terme des champs magnétiques à extrêmement basse fréquence dans les véhicules électriques

Yang L, Lu M, Lin J, Li C, Zhang C, Lai Z, Wu T. Surveillance à long terme des champs magnétiques à extrêmement basse fréquence dans les véhicules électriques. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Oct 7;16(19). pii: E3765. doi: 10.3390/ijerph16193765.

Résumé

L'exposition aux champs magnétiques à extrêmement basse fréquence (ELF) dans les véhicules électriques (VE) suscite des préoccupations pour la santé humaine. De nombreuses études ont évalué les valeurs des champs magnétiques dans ces véhicules. Cependant, aucun rapport n'a été publié sur la variation temporelle du champ magnétique dans l'habitacle. Cette étude est la première à surveiller à long terme les champs magnétiques réels dans les VE. Dans l'étude, nous avons mesuré la densité de flux magnétique (B) dans trois véhicules partagés sur une période de deux ans. Les mesures ont été effectuées aux sièges avant et arrière pendant les modes de conduite en accélération et à vitesse constante. Nous avons constaté que les amplitudes B et les composants spectraux pouvaient être modifiés en remplaçant les composants et les moyeux, tandis que les contrôles réguliers ou l'entretien n'influençaient pas les valeurs B dans le véhicule. Cette observation souligne la nécessité de surveiller régulièrement les champs magnétiques ELF dans les VE, en particulier après des réparations majeures ou des accidents, pour protéger les utilisateurs de voitures d'une exposition potentiellement excessive aux champs magnétiques ELF. Ces résultats devraient être pris en compte lors de la mise à jour des normes de mesure. L'effet des champs magnétiques ELF devrait également être pris en compte dans les études épidémiologiques pertinentes.

Article en accès libre : <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/19/3765>

Effet du champ magnétique statique des véhicules électriques sur les performances de conduite et les fonctions cognitives neuropsychologiques

He Y, Sun W, Leung PS, Chow YT. Effet du champ magnétique statique des véhicules électriques sur les performances de conduite et les fonctions cognitives neuropsychologiques. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Sep 12;16(18). pii: E3382. doi: 10.3390/ijerph16183382.

Résumé

Les réactions neuropsychologiques humaines et les activités cérébrales lors de la conduite de véhicules électriques (VE) sont considérées comme une question de sécurité routière et publique ; cet article a examiné l'effet du champ magnétique statique (SMF) dérivé des VE. Une tâche de changement de voie a été adoptée pour évaluer les performances de conduite ; et le test du temps de réaction de conduite et le test du temps de réaction ont été adoptés pour évaluer la variation des fonctions cognitives neuropsychologiques. Les conditions d'exposition simulée et réelle ont été réalisées avec un SMF localisé de 350 μ T dans cette étude ; 17 sujets étudiants ont été inscrits dans cette expérience en simple aveugle. Les électroencéphalogrammes (EEG) des sujets ont été adoptés et enregistrés pendant l'expérience comme indicateur de l'activité cérébrale pour les variations des performances de conduite et des fonctions cognitives. Les résultats de cette étude ont indiqué que l'impact du SMF donné sur les performances de conduite humaine et les fonctions cognitives n'est pas considérable ; et qu'il existe une corrélation entre la sous-bande bêta des EEG et le temps de réaction humain dans l'analyse.

Article en accès libre : <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/18/3382>

Impacts possibles des technologies sans fil des véhicules avancés sur la santé

Judakova Z, Janousek L. Impacts possibles des technologies sans fil des véhicules avancés sur la santé. *Transportation Research Procedia*. 40:1404-1411. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.194>

Résumé

Les véhicules modernes contiennent divers systèmes de sécurité, y compris le réseautage véhiculaire où les véhicules reçoivent des informations de trafic pertinentes en utilisant des communications sans fil de leurs pairs. Cette communication sans fil est médiée par le champ électromagnétique de radiofréquence. L'exposition aux champs électromagnétiques causée par le système de transport est une source de préoccupation pour de nombreuses personnes. De nombreuses analyses dosimétriques des champs électromagnétiques réalisées par divers groupes de recherche ont trouvé les valeurs d'exposition les plus élevées dans le transport. Comment les effets à long terme de ces champs affectent l'organisme humain et quel est le mécanisme d'action, sont des questions sans réponses connues. Plusieurs études soulignent la possible association de différentes maladies avec l'exposition aux champs électromagnétiques. La clé pour comprendre l'effet du champ électromagnétique sur l'organisme humain est de révéler le mécanisme d'action de ces champs.

Article en accès libre :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146519303643?via%3Dihub>

--

Évaluation des champs magnétiques à extrêmement basse fréquence dans les sièges arrière des véhicules électriques

Lin J, Lu M, Wu T, Yang L, Wu T. Évaluation des champs magnétiques à extrêmement basse fréquence dans les sièges arrière des véhicules électriques. Radiation Protection Dosimetry. 182(2):190-199. Déc 2018.

Résumé

Dans les véhicules électriques (VE), les enfants peuvent s'asseoir sur un siège de sécurité installé dans les sièges arrière. En raison de leurs dimensions physiques plus petites, leurs têtes sont généralement plus proches des systèmes électriques sous le plancher où l'exposition au champ magnétique (MF) est la plus élevée. Dans cette étude, la densité de flux magnétique (B) a été mesurée dans les sièges arrière de 10 VE différents, pour différentes sessions de conduite. Nous avons utilisé les résultats des mesures à différentes hauteurs correspondant aux emplacements des têtes d'un adulte et d'un enfant pour calculer la force du champ électrique induit (E) en utilisant des modèles anatomiques humains. Les résultats ont révélé que les champs B mesurés dans les sièges arrière étaient bien en dessous des niveaux de référence de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants. Bien que les jeunes enfants puissent être exposés à une intensité de MF plus élevée, les forces du champ électrique induit étaient beaucoup plus faibles que celles des adultes en raison de leurs dimensions physiques particulières.

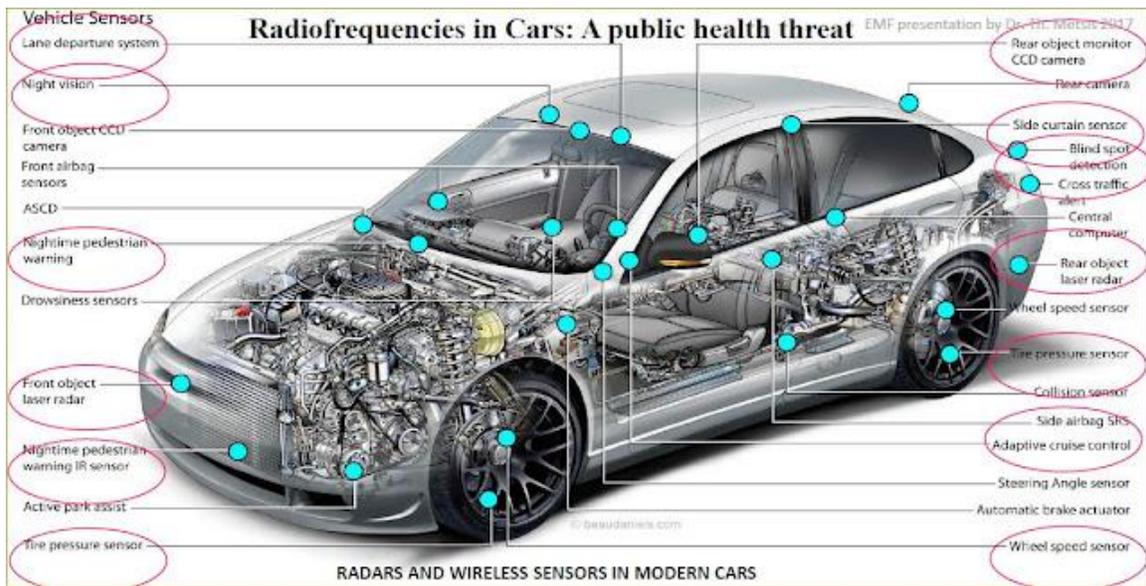
Article en accès libre : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29584925>

Radiofréquences dans les voitures : Une menace pour la santé publique

Selon Theodore P. Metsis, Ph.D., ingénieur électrique, mécanique et environnemental d'Athènes, en Grèce, les automobiles modernes à essence et diesel conventionnelles intègrent de nombreux dispositifs émettant des CEM.

"Les CEM dans une voiture en mouvement avec les freins appliqués + l'activation de l'ABS peuvent bien dépasser 100 mG. En ajoutant les radiations RF de Bluetooth, Wi-Fi, les téléphones portables des passagers, les antennes 4G disposées le long des grandes routes, plus les radars des voitures déjà équipées, situées derrière, à gauche ou à droite d'un véhicule, les champs CEM et EMR totaux dépasseront toutes les limites que les humains peuvent tolérer sur une longue période."

<http://www.radiationdangers.com/automotive-radiation/automotive-radiation/>



PDF des graphiques de Dr. Metsis (2 pages) : <http://bit.ly/RFCarsMetsis>

Étude de l'exposition EM de l'antenne du téléphone mobile sur un modèle humain à l'intérieur de la voiture

Nozadze T, Jeladze V, Tabatadze V, Petoev I, Zaidze R. Étude de l'exposition EM de l'antenne du téléphone mobile sur un modèle humain homogène à l'intérieur de la voiture. 2018 XXIIIrd International Seminar/Workshop on Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED). Tlilisi, Géorgie. 24-27 septembre 2019. DOI: 10.1109/DIPED.2018.8543310

Résumé

L'influence des radiations des téléphones mobiles sur un modèle humain homogène situé à l'intérieur d'une voiture est étudiée dans cette recherche. Une des nouveautés de la recherche proposée est la prise en compte de l'influence de la surface terrestre sous la voiture sur la formation du champ EM à l'intérieur de celle-ci. Le champ intérieur et son amplification par les parois de la voiture, qui dans certains cas agissent comme un résonateur, sont étudiés. Le problème a été résolu numériquement en utilisant la méthode des sources auxiliaires. Des simulations numériques ont été réalisées aux fréquences de communication standard de 450, 900, 1800 [MHz]. Les résultats obtenus ont montré la présence de phénomènes de résonance à l'intérieur de la voiture.

Extraits

La figure 9 présente les valeurs de pic SAR ponctuel aux fréquences non résonantes et résonantes considérées. Comme on le voit, les valeurs de pic SAR ponctuel pour les fréquences résonantes sont environ 5 à 8 fois plus élevées que celles des fréquences non résonantes.

Sur la base de l'analyse des résultats obtenus, nous pouvons conclure qu'à certaines fréquences, les parois métalliques de la voiture agissent comme un résonateur et amplifient le champ émis par les téléphones mobiles, ce qui est la cause de valeurs élevées de SAR ponctuel à l'intérieur du corps humain. Pour les basses fréquences, l'énergie du champ EM pénètre profondément dans le corps humain, tandis que pour les hautes fréquences, elle est principalement absorbée par la peau.

Conclusions

Le problème de l'exposition EM des téléphones mobiles pour un modèle humain homogène à l'intérieur de la voiture a été étudié en utilisant la méthode des sources auxiliaires (MAS). La MAS a été utilisée pour simuler la surface réfléchissante de la Terre. Les résultats obtenus, réalisés avec le programme basé sur la MAS, ont montré la présence de champs de résonance et réactifs à l'intérieur de la voiture, ce qui provoque des valeurs élevées de SAR dans les tissus humains. La raison en est que, aux fréquences considérées, la surface métallique de la voiture agit comme un résonateur. Il n'est donc pas souhaitable de parler longtemps au téléphone à l'intérieur de la voiture, ce qui peut être dangereux pour les utilisateurs de téléphones portables qui s'y trouvent.

Article en accès libre : <https://ieeexplore.ieee.org/document/8543310>

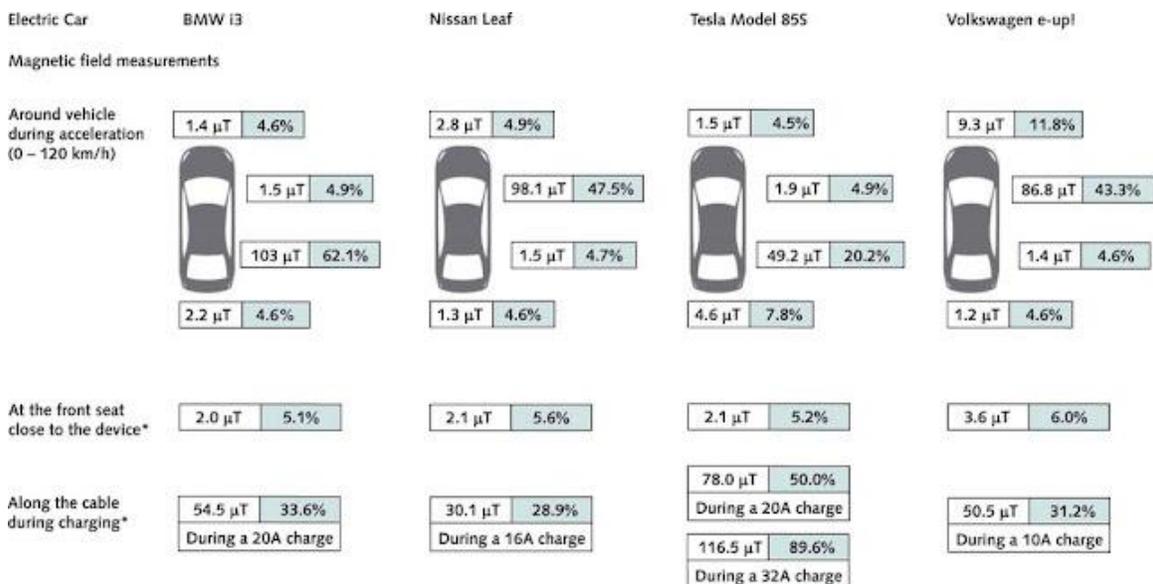
Voitures électriques et EMI avec des dispositifs électroniques cardiaques implantables : une évaluation transversale

Lennerz C, O'Connor M, Horlbeck L, Michel J, Weigand S, Grebmer C, Blazek P, Brkic A, Semmler V, Haller B, Reents T, Hessling G, Deisenhofer I, Whittaker P, Lienkamp M, Kolb C. Lettre : Voitures électriques et interférence électromagnétique avec des dispositifs électroniques cardiaques implantables : une évaluation transversale. *Annals of Internal Medicine*. 24 avril 2018.

Extraits

Les dispositifs électroniques cardiaques implantables (CIED) sont considérés comme des soins standard pour la bradycardie, la tachycardie et l'insuffisance cardiaque. L'interférence électromagnétique (EMI) peut perturber le fonctionnement normal... Les voitures électriques représentent une source potentielle d'EMI. Cependant, les données sont insuffisantes pour déterminer leur sécurité ou si leur utilisation doit être restreinte chez les patients porteurs de CIED. **Objectif :** évaluer si les voitures électriques causent des EMI et des dysfonctionnements ultérieurs des CIED. **Méthodes et résultats :** Nous avons abordé 150 patients consécutifs porteurs de CIED vus dans notre clinique d'électrophysiologie... 40 patients ont refusé de participer, et 2 ont retiré leur consentement... Les participants ont été assignés à l'une des 4 voitures électriques avec la plus grande part de marché en Europe... nous avons exclu les véhicules hybrides. Les participants se sont assis sur le siège avant pendant que les voitures roulaient sur un banc d'essai à rouleaux... Les participants ont ensuite chargé la même voiture dans laquelle ils étaient assis. Enfin, les enquêteurs ont conduit les voitures sur les routes publiques. L'intensité du champ était généralement la plus élevée pendant la charge (30,1 à 116,5 μ T) et augmentait à mesure que le courant de charge augmentait. L'exposition pendant la

charge était au moins d'un ordre de grandeur supérieur à celui mesuré à moins de 5 cm du CIED sur le siège avant (2,0 à 3,6 μT). L'intensité du champ ne différait pas entre les sièges avant et arrière. L'intensité de champ maximale mesurée à l'extérieur des voitures variait entre les valeurs mesurées pendant la charge et celles mesurées à l'intérieur des voitures pendant les tests... L'intensité de champ mesurée à l'intérieur des voitures pendant la conduite sur route était similaire à celle mesurée pendant les études sur banc d'essai. Nous n'avons trouvé aucune preuve d'EMI avec les CIED... L'enregistreur électrocardiographique a observé des EMI, mais la fonction et la programmation des CIED n'ont pas été affectées. Notre échantillon était trop petit pour détecter des événements rares... Néanmoins, d'autres preuves soutiennent l'absence d'EMI avec les CIED. Des champs magnétiques sont générés dans les véhicules à essence si les pneus à ceinture d'acier des véhicules sont magnétisés ; des champs moyens d'environ 20 μT ont été rapportés dans le siège arrière de 12 modèles, et ceux allant jusqu'à 97 μT ont été signalés près des pneus. Des valeurs similaires ont été rapportées dans les trains et tramways électriques. L'absence de rapports anecdotiques de dysfonctionnement des CIED associés à de tels transports est cohérente avec nos résultats. Les voitures électriques semblent sûres pour les patients porteurs de CIED, et des restrictions ne semblent pas nécessaires. Cependant, nous recommandons la vigilance pour surveiller les événements rares, en particulier ceux associés à la charge et à la technologie de "supercharge" proposée.



Article en accès libre : <http://bit.ly/2Hs9s9Y>

Radiofréquences dans les voitures : Une menace pour la santé publique

Selon Theodore P. Metsis, Ph.D., ingénieur électrique, mécanique et environnemental d'Athènes, en Grèce, les automobiles modernes à essence et diesel conventionnelles intègrent de nombreux dispositifs émettant des CEM.

"Les CEM dans une voiture en mouvement avec les freins appliqués + l'activation de l'ABS peuvent bien dépasser 100 mG. En ajoutant les radiations RF de Bluetooth, Wi-Fi,

les téléphones portables des passagers, les antennes 4G disposées le long des grandes routes, plus les radars des voitures déjà équipées, situées derrière, à gauche ou à droite d'un véhicule, les champs CEM et EMR totaux dépasseront toutes les limites que les humains peuvent tolérer sur une longue période."

<http://www.radiationdangers.com/automotive-radiation/automotive-radiation/>

PDF des graphiques de Dr. Metsis (2 pages) : <http://bit.ly/RFcarsMetsis>

Évaluation des champs magnétiques ELF dans les sièges arrière des véhicules électriques

Lin J, Lu M, Wu T, Yang L, Wu T. Évaluation des champs magnétiques à extrêmement basse fréquence dans les sièges arrière des véhicules électriques. Radiat Prot Dosimetry. 2018 Mar 23. doi: 10.1093/rpd/ncy048.

Résumé

Dans les véhicules électriques (VE), les enfants peuvent s'asseoir sur un siège de sécurité installé dans les sièges arrière. En raison de leurs dimensions physiques plus petites, leurs têtes sont généralement plus proches des systèmes électriques sous le plancher où l'exposition au champ magnétique (MF) est la plus élevée. Dans cette étude, la densité de flux magnétique (B) a été mesurée dans les sièges arrière de 10 VE différents, pour différentes sessions de conduite. Nous avons utilisé les résultats des mesures à différentes hauteurs correspondant aux emplacements des têtes d'un adulte et d'un enfant pour calculer la force du champ électrique induit (E) en utilisant des modèles anatomiques humains. Les résultats ont révélé que les champs B mesurés dans les sièges arrière étaient bien en dessous des niveaux de référence de la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants. Bien que les jeunes enfants puissent être exposés à une intensité de MF plus élevée, les forces du champ électrique induit étaient beaucoup plus faibles que celles des adultes en raison de leurs dimensions physiques particulières.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29584925>

Extraits

Les jeunes enfants et les nourrissons assis dans un siège de sécurité à l'arrière du véhicule sont une occurrence courante. Les enfants ont des dimensions physiques plus petites et, par conséquent, leurs têtes sont généralement beaucoup plus proches du plancher de la voiture, où la force du MF a été signalée comme étant plus élevée en raison de la magnétisation des pneus et du fonctionnement des systèmes électriques sous le plancher. La question de savoir si les enfants sont potentiellement soumis à une exposition plus élevée aux champs magnétiques peut être pertinente car la leucémie est le type de cancer infantile le plus courant. En particulier, Ahlbom et al. et Greenland et al. ont indiqué que l'exposition aux champs magnétiques de 50 et 60 Hz dépassant 0,3 à 0,4 μT peut entraîner un risque accru de leucémie infantile bien qu'une relation causale satisfaisante n'ait pas encore été démontrée de manière fiable. De plus, il a été rapporté qu'une combinaison de champs magnétiques faibles, stables et alternatifs pouvait modifier la concentration

radicalaire, ce qui avait le potentiel de provoquer des changements biologiquement significatifs. ... Les valeurs de champ B mesurées à l'emplacement #4 (plancher devant le siège arrière) étaient les plus élevées, suivies des valeurs de l'emplacement #3 (coussin du siège arrière), #2 (position de la tête de l'enfant) et #1 (position de la tête de l'adulte) ($p < 0.012$, $\alpha = 0.05/3 = 0.017$). Il y avait une différence significative entre les scénarios de conduite ($F(3, 117) = 3.72$, $p = 0.013$). Les scénarios d'accélération et de décélération ont généré des champs B plus élevés par rapport aux scénarios de conduite stationnaire et à 40 km/h ($p < 0.01$, $\alpha = 0.05/3 = 0.017$) tandis qu'aucune différence n'a été identifiée entre l'accélération et la décélération ($p = 0.16$). ... Les résultats montrent que la force du champ E induit était plus faible pour le modèle d'enfant par rapport à celui de l'adulte en termes de tête et de corps dans son ensemble. Il a été rapporté que l'enfant avait une conductivité électrique plus élevée mais il n'y avait pas de base de données dédiée à l'enfant. De plus, en dessous de 1 MHz, la base de données était difficile à mesurer et l'incertitude était grande. Par conséquent, nous n'incluons pas ce problème dans l'étude.

Bien que plusieurs SC (composantes spectrales) à des fréquences plus élevées aient été observées (pouvant s'étendre à 1,24 kHz), l'analyse spectrale a révélé que les SC se concentraient sur des bandes inférieures à 1000 Hz. Les VE testés utilisaient des jantes en alliage d'aluminium, qui ont une faible perméabilité magnétique. Cependant, le fil d'acier dans les ceintures de renforcement des pneus radiaux capte les champs magnétiques du MF terrestre. Lorsque les pneus tournent, le fil d'acier magnétisé dans les ceintures de renforcement génère des champs magnétiques ELF généralement inférieurs à 20 Hz, pouvant dépasser 2,0 μT au niveau des sièges dans l'habitacle. La mesure n'a pas identifié le champ magnétique ELF par différentes sources car le but de l'étude était d'enquêter sur le scénario d'exposition réaliste pour les occupants. À noter, le démagnétisation des pneus ou l'utilisation de pneus à ceinture en fibre de verre peut éliminer cet effet et fournir les résultats de MF uniquement introduits par le fonctionnement du système électrifié.

L'ICNIRP a proposé des lignes directrices pour évaluer la conformité de l'exposition au signal non sinusoïdal. Les mesures ont rendu le champ B maximal au niveau de un dixième à plusieurs μT , bien en dessous du niveau de référence des lignes directrices (par exemple 200 μT pour 20 à 400 Hz). Les magnitudes du signal de MF non sinusoïdal similaires ne peuvent représenter que 6 à 10 % des niveaux de référence selon les rapports précédents. Cependant, comme noté dans l'introduction, "... les champs magnétiques de 50 et 60 Hz dépassant 0,3 à 0,4 μT peuvent entraîner un risque accru de leucémie infantile". Par conséquent, il est nécessaire de mesurer le MF dans les VE pour limiter l'exposition et dans le but des études épidémiologiques. Dans cette étude, nous avons mesuré les champs magnétiques ELF dans les sièges arrière de dix types de VE. Les mesures ont été effectuées pour quatre scénarios de conduite différents. Les résultats des mesures ont été analysés pour déterminer le pire scénario et ces valeurs ont été utilisées pour les simulations. Nous avons fait des simulations numériques pour comparer la force du champ E induit en raison de la différence physique entre les enfants et les adultes en utilisant des modèles anatomiques détaillés. Les résultats soutiennent l'affirmation selon laquelle le MF dans les VE que nous avons testés était bien en dessous des niveaux de référence des lignes directrices de l'ICNIRP. De plus, nos résultats montrent que les enfants ne seraient pas plus fortement exposés que les adultes en tenant compte de leurs différences physiques. Cependant, les résultats des mesures indiquent que d'autres études devraient être réalisées pour élucider les préoccupations sur l'incidence de la leucémie infantile pour les occupants nourrissons et enfants.

Évaluation de l'exposition électromagnétique pendant le transfert d'énergie sans fil à 85 kHz pour les véhicules électriques

SangWook Park. Évaluation de l'exposition électromagnétique pendant le transfert d'énergie sans fil à 85 kHz pour les véhicules électriques. IEEE Transactions on Magnetics. Volume : PP, Numéro : 99. 1er septembre 2017. doi: 10.1109/TMAG.2017.2748498.

Résumé

Les champs externes à proximité des systèmes de transfert d'énergie sans fil (WPT) des véhicules électriques (VE) nécessitant une puissance élevée peuvent dépasser les limites des directives de sécurité internationales. Cette étude présente les résultats dosimétriques d'un système WPT de 85 kHz pour les véhicules électriques. Un système WPT pour charger les VE est conçu et la dosimétrie du système est évaluée pour divers scénarios d'exposition : un corps humain devant le système WPT sans blindage, avec blindage, avec alignement et désalignement entre l'émetteur et le récepteur, et avec une plaque métallique sur le système pour simuler le plancher du véhicule. Les distances minimales accessibles en conformité sont étudiées pour différentes puissances de transmission. Les puissances de transmission maximales autorisées sont également étudiées en fonction des limites des directives de sécurité internationales et des résultats dosimétriques.

Article en accès libre : <http://ieeexplore.ieee.org/document/8024022/>

Champs électriques et magnétiques <100 KHz dans les véhicules électriques et à essence

Tell RA, Kavet R. Champs électriques et magnétiques <100 KHz dans les véhicules électriques et à essence. Radiat Prot Dosimetry. 2016 Déc;172(4):541-546.

Résumé

Des mesures ont été effectuées pour étudier les champs électriques et magnétiques (CEM) de 120 Hz à 10 kHz et de 1,2 à 100 kHz dans 9 véhicules électriques ou hybrides et 4 véhicules à essence, tous en conduite. La gamme de champs dans les véhicules électriques englobait la gamme observée dans les véhicules à essence. Les champs magnétiques moyens variaient nominalement de 0,6 à 3,5 μ T pour les véhicules électriques/hybrides selon la bande de mesure, par rapport à 0,4 à 0,6 μ T pour les véhicules à essence. Les valeurs moyennes des champs électriques variaient nominalement de 2 à 3 V m⁻¹ pour les véhicules électriques/hybrides selon la bande, par rapport à 0,9 à 3 V m⁻¹ pour les véhicules à essence. Dans tous les cas, les champs étaient bien inférieurs aux limites d'exposition publiées pour la population générale. Les mesures ont été effectuées avec des analyseurs de CEM Narda modèles EHP-50C/EHP-50D, qui ont révélé la présence de signaux parasites dans l'unité EHP-50C, résolus avec le modèle EHP-50D.

Exposition des passagers aux champs magnétiques dus aux batteries d'un véhicule électrique

Pablo Moreno-Torres Concha; Pablo Velez; Marcos Lafoz; Jaime R. Arribas. Exposition des passagers aux champs magnétiques dus aux batteries d'un véhicule électrique. IEEE Transactions on Vehicular Technology. 65(6):4564-4571. Juin 2016.

Résumé

Dans les véhicules électriques, les passagers sont assis très près d'un système électrique de puissance significative. Les courants élevés atteints dans ces véhicules signifient que les passagers pourraient être exposés à des champs magnétiques significatifs (MF). Cet article présente une méthodologie pour évaluer le MF créé par ces batteries. Tout d'abord, le MF généré par une seule batterie est analysé à l'aide de simulations par éléments finis. Les résultats sont comparés avec des mesures de laboratoire, prises à partir d'une batterie réelle, pour valider le modèle. Ensuite, le MF créé par un pack de batteries complet est estimé, et les résultats sont discutés.

Conclusion

Les passagers à l'intérieur d'un VE pourraient être exposés à des champs magnétiques de force considérable par rapport aux véhicules conventionnels ou à d'autres expositions quotidiennes (à la maison, au bureau, dans la rue, etc.). Dans cet article, le MF créé par les batteries d'une voiture électrique particulière est évalué du point de vue de la santé humaine par le biais de simulations par éléments finis, de mesures et d'une approximation analytique simple, obtenant une limite supérieure pour le MF estimé généré par un pack de batteries donné. Ces résultats ont été comparés aux recommandations de l'ICNIRP concernant la limitation de l'exposition aux MF de basse fréquence, constatant que le champ généré par ce pack de batteries particulier devrait être inférieur aux niveaux de référence de l'ICNIRP, et des conclusions concernant l'influence de la fréquence de commutation ont été tirées. Enfin, une discussion sur d'autres sources de champ à l'intérieur du véhicule et sur les conceptions de véhicules différents a été présentée. En raison de la grande variété des VE disponibles et des configurations des packs de batteries, il est recommandé que chaque modèle de véhicule soit évalué individuellement en ce qui concerne l'exposition aux MF.

Article en accès libre :

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7297855>

Évaluation de l'exposition aux champs magnétiques dans les véhicules électriques

Vassilev A et al. Évaluation de l'exposition aux champs magnétiques dans les véhicules électriques. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 57(1):35-43. Février 2015.

Résumé

Cet article décrit une étude de l'exposition aux champs magnétiques dans les véhicules électriques (VE). Le champ magnétique à l'intérieur de huit VE différents (y compris les types à batterie, hybrides, hybrides rechargeables et à pile à combustible) avec différentes technologies de moteur (courant continu à balais, synchrone à aimant permanent et induction) a été mesuré à des fréquences allant jusqu'à 10 MHz. Trois véhicules avec des motorisations conventionnelles ont également été étudiés pour comparaison. Le protocole de mesure et les résultats de la campagne de mesure sont décrits, et diverses sources de champ magnétique sont identifiées. Les mesures montrent un spectre de fréquence large et complexe, et un calcul de l'exposition a été réalisé en utilisant l'approche "pic pondéré" de l'ICNIRP. Les résultats pour les VE mesurés ont montré que l'exposition atteignait 20 % des niveaux de référence de l'ICNIRP 2010 pour l'exposition du public général près de la batterie et à proximité des pieds pendant le démarrage du véhicule, mais était inférieure à 2 % à la hauteur de la tête pour la position du passager avant. Les expositions maximales de l'ordre de 10 % des niveaux de référence de l'ICNIRP 2010 ont été obtenues pour les voitures avec des motorisations conventionnelles.

Article en accès libre : <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6915707/>

Caractérisation des champs magnétiques ELF des voitures diesel, à essence et hybrides dans des conditions contrôlées

Hareuveny R, Sudan M, Halgamuge MN, Yaffe Y, Tzabari Y, Namir D, Kheifets L. Caractérisation des champs magnétiques à extrêmement basse fréquence (ELF) des voitures diesel, à essence et hybrides dans des conditions contrôlées. *Int J Environ Res Public Health*. 2015 Jan 30;12(2):1651-1666.

Résumé

Cette étude caractérise les niveaux de champ magnétique (MF) ELF dans 10 modèles de voitures. Des mesures approfondies ont été effectuées dans trois voitures diesel, quatre voitures à essence et trois voitures hybrides, dans des conditions contrôlées similaires et des champs de fond négligeables.

En moyenne sur tous les sièges et divers scénarios de conduite, les champs étaient les plus faibles dans les voitures diesel (0,02 μT), plus élevés pour les voitures à essence (0,04-0,05 μT) et les plus élevés dans les hybrides (0,06-0,09 μT), mais tous étaient en ligne avec les expositions quotidiennes provenant d'autres sources. Les voitures hybrides avaient les niveaux moyens de MF les plus élevés et les 95e percentiles les plus élevés, ainsi qu'un pourcentage particulièrement élevé de mesures supérieures à 0,2 μT . Ces paramètres étaient également plus élevés pour les conditions de mouvement par rapport à l'arrêt au ralenti ou à 2500 RPM et encore plus élevés à 80 km/h par rapport à 40 km/h. Les champs dans les voitures non hybrides étaient plus élevés aux sièges avant, tandis que dans les voitures hybrides, ils étaient plus élevés aux sièges arrière, en particulier le siège arrière droit où 16 % à 69 % des mesures étaient supérieures à 0,2 μT .

Nos résultats ne comprennent pas les champs de basse fréquence (inférieurs à 30 Hz) qui pourraient être générés par la rotation des pneus, nous suggérons donc que les courants nets circulant à travers le châssis métallique des voitures peuvent être une source possible de MF. Des enquêtes plus larges dans des environnements standardisés et bien décrits devraient être menées avec différents types de véhicules et une analyse spectrale des champs incluant les fréquences plus basses dues à la magnétisation des pneus.

Extraits

Les travaux précédents suggèrent que les principales sources de MF dans les voitures comprennent les pneus et les courants électriques. Le niveau d'exposition au MF dépend de la position à l'intérieur du véhicule (par exemple, proximité des sources de MF) et peut varier en fonction des différentes conditions de fonctionnement, car les changements de charge du moteur peuvent induire des MF par des changements de courants électriques. Les investigations scientifiques des niveaux de MF dans les voitures sont rares : une seule étude a évalué les champs uniquement dans les voitures non hybrides, deux études sur les voitures hybrides ont été réalisées, et peu d'études ont systématiquement comparé les expositions dans les voitures hybrides et non hybrides, certaines basées sur un très petit nombre de voitures. Dans les voitures hybrides, la batterie est généralement située à l'arrière de la voiture et le moteur à l'avant. Le courant électrique circule entre ces deux points à travers des câbles qui passent sous l'habitacle des passagers de la voiture. Ce câble est situé à gauche pour les voitures à conduite à droite et à droite pour les voitures à conduite à gauche. Bien que, en principe, le système utilise du courant continu (DC), le courant de l'alternateur qui n'est pas entièrement redressé ainsi que les changements de charge du moteur, et donc du niveau de courant, peuvent produire des MF probablement dans la gamme ELF. Bien que la plupart des voitures non hybrides aient des batteries situées à l'avant, les batteries de certaines d'entre elles sont situées à l'arrière de la voiture, avec des câbles allant vers l'avant de la voiture pour les appareils électriques sur le tableau de bord. Dans cette étude, toutes les voitures à essence et diesel avaient des batteries situées à l'avant de la voiture. ...le pourcentage de temps au-dessus de $0.2 \mu\text{T}$ était le paramètre le plus sensible de l'exposition. Globalement, les voitures diesel mesurées dans cette étude avaient les lectures de MF les plus faibles (moyenne géométrique inférieure à $0.02 \mu\text{T}$), tandis que les voitures hybrides avaient les lectures de MF les plus élevées (moyenne géométrique $0.05 \mu\text{T}$). Les voitures hybrides avaient également les résultats les plus instables, même après avoir exclu les valeurs aberrantes au-delà des 5e et 95e percentiles. En ce qui concerne la position des sièges, après ajustement pour le modèle de voiture spécifique, les voitures à essence et diesel produisaient des lectures de MF moyennes plus élevées aux sièges avant, tandis que les voitures hybrides produisaient les lectures de MF les plus élevées au siège arrière droit (présumément en raison de l'emplacement de la batterie). En comparant les différentes conditions de fonctionnement, les champs moyens les plus élevés ont été trouvés à 80 km/h, et les différences entre les conditions de fonctionnement étaient les plus prononcées au siège arrière droit dans les voitures hybrides. Que ce soit pendant la conduite typique en ville ou sur autoroute, nous avons trouvé les champs moyens les plus bas pour les voitures diesel et les champs les plus élevés pour les voitures hybrides. Les travaux précédents suggèrent que la magnétisation des pneus en rotation est la principale source de MF ELF dans les voitures non hybrides. Cependant, les champs relativement forts (de l'ordre de quelques μT à l'intérieur de la voiture) provenant des pneus en rotation sont généralement à des fréquences de 5 à 15 Hz, qui sont filtrées par les compteurs EMDEX II. Globalement, les niveaux moyens de MF mesurés dans les sièges des

voitures étaient dans la gamme de 0.04 à 0.09 μT (AM) et 0.02 à 0.05 μT (GM). Ces champs sont bien inférieurs aux directives de l'ICNIRP pour l'exposition maximale du public général (qui vont de 200 μT pour 40 Hz à 100 μT pour 800 Hz), mais étant donné les environnements complexes dans les voitures, l'exposition simultanée à des champs non sinusoïdaux à plusieurs fréquences doit être soigneusement prise en compte. Néanmoins, les expositions dans les voitures sont dans la gamme des expositions quotidiennes provenant d'autres sources. De plus, étant donné le peu de temps que la plupart des adultes et des enfants passent dans les voitures (environ 30 minutes par jour selon une enquête auprès des enfants en Israël (données non publiées), la contribution relative de cette source à l'exposition ELF de la population générale est faible. Cependant, ces champs s'ajoutent à d'autres sources d'exposition. Nos résultats pourraient expliquer les tendances observées dans d'autres expositions quotidiennes : des champs moyens légèrement plus élevés observés pendant les déplacements (GM = 0.096 μT) par rapport au lit (GM = 0.052 μT) et à la maison hors du lit (GM = 0.080 μT). De même, l'enquête auprès des enfants en Israël a trouvé une exposition plus élevée due aux transports (GM = 0.092 μT) par rapport aux expositions moyennes quotidiennes (GM = 0.059 μT). Sur le plan professionnel, la moyenne géométrique de l'exposition pondérée dans le temps pour les conducteurs de véhicules à moteur est de 0.12 μT . **Article en accès libre** : <http://bit.ly/1u9IUTN>

Lignes directrices de conception pour réduire le champ magnétique dans les véhicules électriques

SINTEF, 6 janvier 2014

Basé sur les mesures et sur un travail de simulation approfondi, le projet a abouti aux lignes directrices de conception suivantes pour, si nécessaire, minimiser le champ magnétique dans les véhicules électriques.

Câbles

- Pour tout câble DC transportant une quantité importante de courant, il doit être fabriqué sous forme de paire torsadée afin que les courants dans la paire circulent toujours dans des directions opposées. Cela minimisera son émission CEM.
- Pour les câbles AC triphasés, les trois fils doivent être torsadés et rapprochés le plus possible afin de minimiser son émission CEM.
- Tous les câbles d'alimentation doivent être positionnés aussi loin que possible de la zone des sièges passagers, et leur disposition ne doit pas former une boucle. Si la distance du câble est inférieure à 200 mm de la zone des sièges passagers, une forme de blindage doit être adoptée.
- Une fine couche de blindage ferromagnétique est recommandée car c'est une solution rentable pour la réduction des émissions CEM ainsi que des émissions EMI.
- Dans la mesure du possible, les câbles d'alimentation doivent être disposés de manière à être séparés de la zone des sièges passagers par une tôle d'acier, par exemple, sous un châssis métallique en acier, ou à l'intérieur d'un coffre en acier.

Moteurs

- Dans la mesure du possible, le moteur doit être installé plus loin de la zone des sièges passagers, et son axe de rotation ne doit pas pointer vers la région des sièges.
- Si le poids le permet, le boîtier du moteur doit être en acier, plutôt qu'en aluminium, car ce dernier a un meilleur effet de blindage.
- Si la distance entre le moteur et la zone des sièges passagers est inférieure à 500 mm, une forme de blindage doit être utilisée. Par exemple, une plaque d'acier pourrait être placée entre le moteur et la région des sièges passagers.
- Le boîtier du moteur doit être électriquement bien connecté au châssis métallique du véhicule pour minimiser tout potentiel électrique.
- L'onduleur et le moteur doivent être montés aussi près que possible l'un de l'autre pour minimiser la longueur du câble entre les deux.

Batteries

- Étant donné que les batteries sont distribuées, les courants dans les batteries et dans les interconnecteurs peuvent devenir une source importante d'émission CEM, ils doivent être placés aussi loin que possible des zones des sièges passagers. Si la distance entre la batterie et la zone des sièges passagers est inférieure à 200 mm, des boucliers en acier doivent être utilisés pour séparer les batteries et la zone des sièges.
- Les câbles reliant les cellules de la batterie ne doivent pas former une boucle, et dans la mesure du possible, les interconnecteurs pour la polarité positive doivent être aussi proches que possible de ceux de la polarité négative.

Article en accès libre : <http://bit.ly/1qw29Tb>

<https://www.sintef.no/projectweb/em-safety/>

Les champs magnétiques dans les voitures électriques ne vous tueront pas

Jeremy Hsu, IEEE Spectrum, 5 mai 2014

Résumé

"L'étude, dirigée par SINTEF, une organisation de recherche indépendante dont le siège est à Trondheim, en Norvège, a mesuré les radiations électromagnétiques - en laboratoire et pendant des tests routiers - de sept voitures électriques différentes, une voiture à hydrogène, deux voitures à essence et une voiture diesel. Les résultats de toutes les conditions ont montré que l'exposition était inférieure à 20 % de la limite recommandée par la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP)." "Les mesures prises à l'intérieur des véhicules - à l'aide d'un mannequin de test avec des capteurs situés dans la tête, la poitrine et les pieds - ont montré une exposition inférieure à 2 % de la limite de radiation non ionisante à la hauteur de la tête. Les lectures les plus élevées du champ électromagnétique - toujours inférieures à 20 % de la limite - ont été trouvées près du plancher des voitures électriques, près de la

batterie. Les capteurs ont détecté une rafale de radiations à ce même niveau, lorsque les voitures étaient démarrées."

Article en accès libre : <http://bit.ly/1pUuOxB>

--

Champs magnétiques ELF dans les véhicules électriques et à essence

Tell RA, Sias G, Smith J, Sahl J, Kavet R. Champs magnétiques ELF dans les véhicules électriques et à essence. *Bioelectromagnetics*. 2013 Feb;34(2):156-61. doi: 10.1002/bem.21730.

Résumé

Nous avons mené une étude pilote pour évaluer les niveaux de champ magnétique dans les véhicules électriques par rapport aux véhicules à essence et avons établi une méthodologie qui fournirait des données valides pour des évaluations ultérieures. L'échantillon se composait de 14 véhicules, tous fabriqués entre janvier 2000 et avril 2009 ; 6 étaient des véhicules à essence et 8 étaient des véhicules électriques de divers types. Parmi les huit modèles disponibles, trois étaient représentés par un véhicule à essence et au moins un véhicule électrique, permettant des comparaisons intra-modèle. Les véhicules ont été conduits sur un itinéraire de test de 16,3 km. Chaque véhicule était équipé de six compteurs à large bande EMDEX Lite avec une bande passante de 40-1 000 Hz programmés pour échantillonner toutes les 4 secondes. Les tests statistiques standard étaient basés sur le fait que la statistique d'autocorrélation diminuait rapidement avec le temps. Pour sept voitures électriques, la moyenne géométrique (GM) de toutes les mesures (N = 18 318) était de 0,095 μ T avec un écart type géométrique (GSD) de 2,66, comparé à 0,051 μ T (N = 9 301 ; GSD = 2,11) pour quatre voitures à essence (P < 0,0001). En utilisant les données d'une évaluation précédente de l'exposition résidentielle dans huit régions géographiques des États-Unis comme base de comparaison (N = 218), les champs magnétiques à large bande dans les véhicules électriques couvraient la même plage que les niveaux d'exposition personnelle enregistrés dans cette étude. Tous les champs mesurés dans tous les véhicules étaient bien inférieurs aux limites d'exposition publiées par la Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) et l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Les études futures devraient inclure des échantillons plus grands représentatifs d'un plus large éventail de types de véhicules électriques.

Article en accès libre : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22532300>

Mythbuster : Niveaux de CEM dans les hybrides

Consumer Reports News : 4 août 2010

Résumé

"Des préoccupations ont été soulevées concernant les éventuels effets sur la santé des radiations des champs électromagnétiques, connus sous le nom de CEM, pour les personnes qui conduisent des voitures hybrides. Bien que tous les appareils électriques, des lampes de table aux photocopieurs, émettent des radiations CEM, la crainte est que les voitures hybrides, avec leurs grosses batteries et leurs moteurs électriques puissants, puissent exposer les occupants à des doses nocives. Le problème est qu'il n'existe pas de norme de seuil établie qui indique ce qu'est une dose nocive, et aucune preuve scientifique concrète que le type de CEM produit par les moteurs électriques nuit aux personnes.

"Nous avons trouvé les niveaux de CEM les plus élevés dans la Chevrolet Cobalt, une petite berline conventionnelle non hybride."

[Les lectures de CEM maximales aux pieds du conducteur variaient de 0,5 mG (milligauss) dans la Toyota Highlander 2008 à 30 mG dans la Chevrolet Cobalt. Les hybrides testés étaient à 2-4 mG. Voici quelques faits saillants des tests. Les lectures de CEM étaient les plus élevées au niveau des pieds du conducteur et deuxièmes plus élevées à la taille, beaucoup plus faibles plus haut, où les organes humains pourraient être plus sensibles aux CEM.]

"Pour se faire une idée de l'échelle, notez que les utilisateurs d'ordinateurs personnels sont exposés à des CEM allant de 2 à 20 mG, les couvertures électriques de 5 à 30 mG et un sèche-cheveux de 10 à 70 mG, selon une compilation du gouvernement australien. Dans ce pays, plusieurs États limitent les émissions de CEM des lignes électriques à 200 mG. Cependant, il n'existe pas de normes américaines spécifiques régissant les CEM dans les voitures."

"Dans cette série de tests, nous n'avons trouvé aucune preuve que les hybrides exposent les conducteurs à des CEM significativement plus élevés que les voitures conventionnelles. Considérez ce mythe comme étant démystifié."

Article en accès libre : <http://bit.ly/TN5q2r>

Israël prépare la première échelle de radiation des voitures hybrides au monde

Tal Bronfer, the truth about cars, 1er mars 2010

Résumé

"L'Agence australienne de protection contre les radiations et de sécurité nucléaire (ARPANSA) recommande une limite de 1 000 mG (milligauss) pour une période d'exposition de 24 heures. Bien que d'autres directives posent des limites similaires, l'Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC) a considéré que l'exposition prolongée à des champs électromagnétiques supérieurs à 2 mG est une "cause possible" de cancer. Le ministère israélien de la Santé recommande un maximum de 4 mG."

"L'année dernière, le site automobile israélien Walla! Cars a mené une série de tests sur la génération précédente de Toyota Prius, Honda Insight et Honda Civic Hybrid, et a

enregistré des niveaux de radiation allant jusqu'à 100 mG pendant l'accélération. Les mesures ont également atteint un pic lorsque les batteries étaient soit pleines (et en cours d'utilisation), soit vides (et en cours de chargement à partir du moteur), tandis que la conduite normale à des vitesses constantes produisait 14 à 30 mG sur la Prius, en fonction de la zone de l'habitacle.

Le ministère de la Protection de l'environnement devrait publier les résultats de l'étude cette semaine. L'étude regroupera les hybrides vendus en Israël en trois groupes de radiation différents, rapporte le Calcalist israélien. On s'attend à ce que la Prius de la génération actuelle soit jugée 'sûre', tandis que la Honda Insight et la Civic Hybrid (ainsi que la Prius de la génération précédente) seront considérées comme émettant une radiation 'excessive'."

Article en accès libre : <http://bit.ly/1pUu7Ep>

Peur, mais peu de faits, sur le risque des hybrides

Jim Motavalli, New York Times, 27 avril 2008

Résumé

"... la préoccupation n'est pas sans mérite; des agences telles que les National Institutes of Health et le National Cancer Institute reconnaissent les dangers potentiels d'une exposition à long terme à un champ électromagnétique fort, ou CEM, et ont mené des études sur l'association des risques de cancer avec le fait de vivre à proximité des lignes électriques à haute tension.

Bien que les Américains vivent avec des CEM tout autour d'eux - produits par tout, des téléphones portables aux couvertures électriques - il n'y a pas de consensus général sur le niveau d'exposition qui constitue un danger pour la santé, et il n'y a pas de norme fédérale qui fixe des niveaux d'exposition admissibles. Les tests de sécurité gouvernementaux ne mesurent pas la force des champs dans les véhicules - bien que Honda et Toyota, les principaux fabricants d'hybrides, disent que leurs contrôles internes assurent que leurs voitures ne posent aucun risque supplémentaire pour les occupants."

"Un porte-parole de Honda, Chris Martin, souligne l'absence de norme fédérale mandatée pour les CEM dans les voitures. Malgré cela, il a déclaré que Honda prend la question au sérieux. "Tous nos tests ont donné des résultats bien en dessous de la norme de la commission", a déclaré M. Martin, en référence aux directives européennes. Et il met en garde contre l'utilisation de dispositifs de test portatifs. "Les gens ont une préoccupation valide, mais ils mesurent les radiations avec les mauvais appareils", a-t-il dit."

"Donald B. Karner, président d'Applications de transport électrique à Phoenix, qui a testé les niveaux de CEM dans les voitures électriques à batterie pour le ministère de l'Énergie dans les années 1990, a déclaré qu'il était difficile d'évaluer les relevés sans savoir comment les tests ont été effectués. Il a également déclaré qu'il était problématique de déterminer un niveau de danger pour les radiations à basse fréquence, en partie parce que la dose est déterminée non seulement par la proximité de la source, mais par la durée de

l'exposition. "Nous sommes exposés aux ondes radio depuis notre naissance, mais il y a une croyance générale qu'il y a si peu d'énergie en elles qu'elles ne sont pas dangereuses", a-t-il dit."

Article en accès libre : <http://nyti.ms/TAQZxL>