



HAL
open science

Voitures propres : la difficile question du stockage et de la gestion de l'énergie

Serge Pelissier, Rochdi Trigui

► **To cite this version:**

Serge Pelissier, Rochdi Trigui. Voitures propres : la difficile question du stockage et de la gestion de l'énergie. Marlène Choukroun. Sur nos territoires.. l'éco-mobilité : Paroles de chercheurs, 2, Institut de Recherche sur les Transports et leur Sécurité - INRETS, pp.129-132, 2009, Actes INRETS, 978-2-85782-668-2. hal-01352899

HAL Id: hal-01352899

<https://hal.science/hal-01352899>

Submitted on 8 Sep 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Voitures propres : la difficile question du stockage et de la gestion de l'énergie

Une voiture propre sans aucun impact sur l'environnement... Utopique évidemment, pour aujourd'hui, et sans doute pour demain, mais peut-on déjà mesurer au plus près « l'empreinte écologique » d'un véhicule dans l'optique de sa réduction ? On le sait, au-delà de la mesure de la consommation, il est nécessaire d'intégrer le cycle de vie complet du véhicule, de sa construction à sa destruction. En publiant un classement où les véhicules hybrides étaient moins bien classés que certains 4x4, la société américaine CNW-Research (*Dust to Dust Energy report*) a d'ailleurs récemment défrayé la chronique ! Explication : le coût environnemental des batteries électriques. Ce résultat, s'il doit être considéré avec précaution, a permis d'attirer l'attention sur ces questions de bilan énergétique global, du puits à la roue. Concrètement, l'empreinte environnementale d'une voiture électrique dépend aussi de la manière dont est générée l'énergie électrique qu'elle utilise dans ses batteries.

Autre aspect qui peut paraître à première vue paradoxal : au-delà des considérations techniques sur telle ou telle technologie et ses avantages en efficacité énergétique, il faut savoir qu'un gain en efficacité ne se traduit pas systématiquement par une baisse de consommation. De nombreux chercheurs ont montré l'existence d'un « effet rebond » qui peut annihiler un gain d'efficacité ponctuel (niveau « micro ») par une augmentation de consommation globale (niveau « macro »). Attention donc à ne pas tout attendre de la technologie pour atteindre un « développement durable ». Les facteurs socio-économiques sont aussi à prendre en compte. Des études le montrent, sans une contrainte législative forte, l'objectif annoncé d'une baisse des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'un facteur 4 est impossible malgré d'importantes avancées techniques attendues. Il n'en reste pas moins certain que le développement de véhicules moins polluants est une priorité pour notre environnement.

Au Laboratoire transports et environnement (LTE) une équipe travaille sur deux aspects technologiques des véhicules innovants du futur : la gestion de l'énergie embarquée et les batteries.

Serge Pélissier, et **Rochdi Trigui**, chargés de recherche au LTE (Laboratoire transport et environnement).

Une gestion plus rationnelle de l'énergie embarquée limitera les émissions de GES

Quel que soit le type de véhicule, thermique, électrique ou hybride, un premier pas vers la limitation des émissions de GES passe par une utilisation rationnelle de l'énergie embarquée. Dans le cas d'un véhicule conventionnel, un comportement « civique » du conducteur fera la différence : une conduite souple qui privilégie les rapports de vitesse supérieurs, l'activation des fonctionnalités consommatrices d'énergie, comme la climatisation par exemple, seulement en cas de nécessité. Dans le cas des véhicules hybrides, la présence d'une deuxième source d'énergie pour la propulsion du véhicule introduit un degré de liberté supplémentaire. Il peut être utilisé par le conducteur pour choisir un mode sans pollution locale à l'approche d'une zone urbaine. Cette fonction n'est possible que dans le cas où le stockeur de l'énergie « propre » possède une autonomie suffisante. Dans le cas contraire, le choix du mode de propulsion est automatique, il est pris en charge par une logique intelligente codée dans un calculateur. Une gestion optimale doit tenir compte de plusieurs paramètres dont les plus importants sont le type d'hybridation (série, parallèle ou mixte), le taux d'hybridation, l'état de charge du stockeur et les conditions de roulage. Cependant, d'autres paramètres, comme la température des composants, sont également à surveiller car ils peuvent introduire des contraintes dans les procédures d'optimisation de l'énergie.

Étant donnée la complexité et la diversité des solutions innovantes, potentiellement « économes et propres », le LTE a adopté, depuis plusieurs années, une approche par modélisation énergétique ; elle permet de hiérarchiser ces solutions en termes de gain d'énergie par rapport à la complexité et à la taille des composants additionnels. Des méthodes d'optimisation globale ont été élaborées pour évaluer le potentiel de chaque solution au regard des conditions d'utilisation : urbaine, routière, autoroutière. Prenons un exemple : dans le cadre d'un programme de recherche co-financé par l'ADEME, une solution hybride parallèle diesel-électrique a été évaluée par simulation puis implémentée sur un banc d'essai de façon semi-virtuelle, autrement dit le véhicule est virtuel mais la motorisation, elle, est réelle. Le taux d'hybridation utilisé était dit *mild-hybrid*, entraînant donc un surcoût

économique et environnemental modéré à la fabrication, pourtant les résultats d'essais ont montré une économie d'énergie de l'ordre de 30 % dans une utilisation urbaine, de l'ordre de 10 % pour une utilisation routière et sans surconsommation pour un usage autoroutier.

Mieux connaître les usages des systèmes de stockage de l'énergie

Les batteries sont évidemment un élément essentiel ; pour un véhicule électrique, l'autonomie est directement reliée à leurs performances en énergie et durée de vie puisqu'elles représentent la seule source d'énergie à bord. Dans le cas d'un véhicule électrique hybride, la batterie conditionne les gains en consommation. En effet, c'est elle qui permet la récupération de l'énergie de freinage et assiste, voire remplace, le moteur thermique dans les phases d'accélération ou de fonctionnement à faible vitesse quand le rendement du moteur thermique est au plus bas. La batterie est rechargée lors de phases de fonctionnement plus « optimal » du moteur et ne limite donc pas l'autonomie. On cherche logiquement, dans ce cas, une forte puissance et une durée de vie maximale.

Depuis longtemps, l'équipe du LTE travaille à caractériser différentes batteries pour les intégrer dans la bibliothèque de modèles avec l'objectif de simuler des véhicules complets. Le laboratoire a également participé à un programme du PREDIT 2, *Sivtec*, sur le vieillissement des batteries. Actuellement, l'institut est engagé dans le programme *Simstock*, financé par l'ADEME, sur la modélisation du comportement de systèmes de stockage d'énergie (SSE) embarqués pour véhicules routiers. Démarré fin 2007, ce projet regroupe quinze partenaires, dont des industriels du secteur automobile et du stockage de l'énergie. Le vieillissement des supercapacités est étudié par le Laboratoire des technologies nouvelles (LTN), et celui des batteries par le LTE. Les objectifs sont de trois ordres : déterminer les causes du vieillissement, disposer de modèles pouvant prédire la durée de vie d'un stockage suivant son utilisation, intégrer ces modules de simulation des stockages dans un modèle de système véhicule.

« Le vieillissement des systèmes de stockage de l'énergie dépend étroitement des conditions d'usage (température, intensité maximale, état de charge...), nous explique Serge Pélissier. La spécificité des travaux de l'INRETS réside dans cette connaissance des usages. Il est, en effet, fondamental de connaître les sollicitations de la batterie dans un véhicule. Celles-ci dépendent de facteurs multiples : type de trajet (urbain, routier...), architecture du

véhicule (tout électrique, hybride série, hybride parallèle...) et aussi de paramètres tels que le style de conduite (sportive, calme...) ou la loi de gestion de l'énergie. L'Institut a développé une forte expertise dans ces domaines grâce à ses moyens expérimentaux (banc à rouleaux, banc moteur temps réel et véhicules instrumentés) complétés par une plate-forme de simulation (Vehlib) qui permettent de déterminer les profils de puissance et de courant pour une batterie dans un véhicule réel ou fictif. »