



**HAL**  
open science

## Planification d'itinéraire de véhicule électrique : évaluation et estimation de la consommation d'énergie

Fouad Baouche, Rochdi Trigui, Nour Eddin El Faouzi, Romain Billot

### ► To cite this version:

Fouad Baouche, Rochdi Trigui, Nour Eddin El Faouzi, Romain Billot. Planification d'itinéraire de véhicule électrique : évaluation et estimation de la consommation d'énergie. 14ème Conférence de la société française de recherche opérationnelle et aide à la décision (ROADEF 2013), Feb 2013, France. 2 p. hal-00925899

**HAL Id: hal-00925899**

**<https://hal.science/hal-00925899>**

Submitted on 14 Mar 2014

**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.

# Planification d'itinéraire de véhicule électrique : évaluation et estimation de la consommation d'énergie.

Fouad BAUCHE<sup>1</sup>, Rochdi TRIGUI<sup>2</sup>, Nour Eddin El FAOUZI<sup>1,3</sup>, Romain BILLOT<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup> LICIT, Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux  
25, Avenue François Mitterrand, Case 24, Cité des mobilités 69 675 Bron cedex, France  
{fouad.baouche, nour-eddin.elfaouzi, romain.billot}@ifsttar.fr

<sup>2</sup> LTE, Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux  
25, Avenue François Mitterrand, Case 24, Cité des mobilités 69 675 Bron cedex, France  
{rochdi.trigui}@ifsttar.fr

<sup>3</sup> STRC, Smart Transport Research Centre, Queensland University of Technology (QUT)  
Gardens Point Campus2 George Street, GPO Box 2434 Brisbane QLD 4001

**Mots-clés :** *Véhicule électrique, plus court chemin, éco-itinéraire, estimation énergétique.*

## 1 Contexte et contraintes liées aux véhicules électriques :

Evaluer et estimer la consommation énergétique des véhicules a toujours été un élément important lors de la détermination des émissions de CO<sub>2</sub>, gaz responsable de l'effet de serre. Plusieurs études se sont intéressées à l'évaluation de la consommation de tout type de véhicule (thermique, hybride ou encore électrique) [1] avec comme objectif la réduction de la consommation. Cette dernière a un impact direct sur les émissions de CO<sub>2</sub>.

L'éco-itinéraire représente notre première préoccupation et notre travail vise à développer des outils de routage et de calcul d'itinéraire économe en énergie afin de promouvoir l'usage des véhicules électriques. Il faut rappeler que plusieurs éléments freinent l'essor de ce type de mobilité routière dont les plus significatifs sont l'autonomie, le manque de stations de recharge, le temps de rechargement et la capacité de récupération. Cette dernière, bien qu'elle présente un avantage en termes d'économie d'énergie, pose une difficulté méthodologique à prendre en compte lors de la conception d'outils d'optimisation d'itinéraires. La récupération se formule majoritairement par des arcs de coûts négatifs, excluant ainsi les méthodes classique de résolution du plus court chemin basées sur l'algorithme de Dijkstra [2].

## 2 Objet de la contribution

La présentation de nos premiers travaux se décompose en trois parties :

1. Exposé des premiers algorithmes du plus court chemin appliqué aux véhicules électriques,
2. introduction d'un modèle d'estimation de la consommation énergétique,
3. présentation des premiers résultats numériques.

L'état de l'art montrera que les premiers travaux adaptent les algorithmes classiques du plus court chemin en apportant des modifications tenant compte des spécificités des véhicules électriques. Dans [3], une amélioration de l'algorithme de Bellman-Ford [4] [5] a été proposée avec une complexité algorithmique de  $O(n^3)$ , tandis que dans [6], une fonction de coût a été développée

afin de pouvoir appliquer l'algorithme de Dijkstra. D'autre part, une heuristique basée sur la contraction hiérarchique est utilisée dans [7] pour améliorer les performances de l'algorithme. Dans [8] les auteurs améliorent le rendement de [3] en proposant une approche de résolution de type A\* [9] avec un temps d'exécution en  $O(n^2)$ . Dans les travaux cités plus haut, l'ensemble des fonctions de coût sont des fonctions statiques qui évaluent la consommation énergétique. Cependant calculer la consommation réelle est chose ardue, du fait de la difficulté de mesure qui est fortement corrélée à l'évolution du trafic.

Pour pallier cette difficulté, l'originalité de notre approche repose sur une collaboration avec le Laboratoire Transport Environnement (LTE) de l'IFSTTAR, qui développe depuis plusieurs années des modèles d'estimation de la consommation regroupés dans la bibliothèque VEHLIB [1]. Ces modèles quantifient la consommation en modélisant chaque composant du véhicule pour une meilleure modularité. Les estimations se fondent sur les profils de vitesses instantanées calculées sur des intervalles courts (un pas de calcul moyen de l'ordre de la seconde), alors que les informations trafic disponibles sont généralement exprimées sous forme de vitesse moyenne (ou temps de parcours moyens) dépassant la minute sur des sections de routes parcourables. Nous montrons comment développer une fonction de coût à partir de ce modèle très fin.

L'adaptation de ce modèle et son utilisation dans des méthodes de calcul d'itinéraires sous-entend ensuite de passer d'un modèle très raffiné (consommation instantanée de chaque composant) à un coût global sur les arcs (consommation moyenne entre deux points). Nous montrerons dans une dernière partie les effets de l'agrégation spatio-temporelle des données sur la fiabilité des résultats. Ces premiers résultats soulèveront également des questions en termes d'erreur sur les estimations et de propagation d'incertitude.

Dans la conclusion de notre communication, nous ouvrirons la discussion sur les perspectives de notre travail et la démarche entrevue pour résoudre ces problèmes complexes mais indiscutablement essentiels dans un contexte tendu où le marché automobile français est forcé de combler son retard dans le développement des véhicules électriques.

## Références

- [1] F. Badin, «*Contribution à la modélisation des transmissions hybrides thermiques électriques séries. Réalisation d'un bilan énergie-pollution en usage réel.*» Thèse de doctorat de l'Université de Savoie, 1997.
- [2] Dijkstra, E, «*A note on two problems in connexion with graphs.*» *Numerische Mathematik*, n° 11, p. 269–271, 1959.
- [3] A. A. Artmeier, J. Haselmayr, M. Leucker et M. Sachenbacher, «*The Shortest Path Problem Revisited: Optimal Routing for Electric Vehicles.*» *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, p. 309–316, 2010.
- [4] R. Bellman, «*On a routing problem.*» *Quarterly of Applied Mathematics*, vol. 16(1), p. 87–90, 1958.
- [5] L. R. Ford, «*Network flow theory.*» *Technical report, RAND*, 1956.
- [6] J. Eisner, S. Funke et S. Storandt, «*Optimal Route Planning for Electric Vehicles in Large Networks.*» *Proceedings of the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pp. 1108-1113, 2011.
- [7] R. Geisberger, P. Sanders, D. Schultes et D. Delling, «*Contraction hierarchies: faster and simpler hierarchical.*» *In Proceedings of the 7th international, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, WEA'08*, p. 319–333, 2008.
- [8] M. Sachenbacher, M. Leucker, A. Artmeier et J. Haselmayr, «*Efficient Energy-Optimal Routing for Electric Vehicles.*» *Association for the Advancement of Artificial*, pp. 1402-1407, 2011.
- [9] P. Hart, N. Nilsson et B. and Raphael, «*A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths.*» *IEEE Trans. on Sys. Science and Cybernetics*, n° 14, p. 100–107, 1968.