

# Recherche individuelle

Projet S8 – Itinéraire optimal pour les véhicules électriques

OBAME EDOU Yves W., Equipe 1  
05/04/2018

## Objectifs

Grâce à leurs avantages écologiques et économiques, les véhicules électriques (EVs) sont les moyens de transport idéaux pour lutter contre le réchauffement climatique en réduisant l'émission de gaz à effet de serre. Cependant, certaines contraintes liées à l'autonomie de la batterie, la densité des stations de recharges et le temps de chargement freinent l'adoption de ces véhicules par une plus grande quantité d'utilisateurs. Le développement de réseaux électriques intelligents (Smart Grid), améliorant la distribution d'énergie entre les fournisseurs et les consommateurs, pourrait améliorer l'expérience d'utilisation des EVs. C'est pourquoi Achraf Bourass et al. dans « **Secure Optimal Itinerary Planning for Electric Vehicles in the Smart Grid** » proposent une architecture permettant d'établir un échange sécurisé d'informations entre le Smart Grid et les EVs pour planifier des itinéraires optimaux (tenant compte des contraintes citées ci-dessus) pour ces derniers.

Dans notre synthèse de cet article, nous nous focaliserons sur la méthode permettant de déterminer un itinéraire optimal et en relèverons ses avantages et ses inconvénients.

## Hypothèses et contraintes

- Hypothèses :
  - Les EVs communiquent les informations suivantes au système d'opération du Smart Grid (GSO) : niveau de la batterie(SoC), position actuelle, destination
  - Les itinéraires les plus optimaux sont les plus économiques en termes de consommation d'énergie et de temps d'attente.
  - L'itinéraire le plus efficient en termes de consommation d'énergie est souvent le plus court.
  - Les nœuds de l'itinéraire peuvent être des stations de recharge ou pas.
  - Toutes les stations de recharge ont le même niveau d'équipement
  - Il y a plusieurs EVs en circulation
- Contraintes :
  - L'autonomie de la batterie : les batteries des modèles les plus vendus actuellement ont une autonomie d'environ 300km. Cela pose un problème pour les grands déplacements.
  - La densité des stations de recharge : il n'y a pas beaucoup de stations de recharge pour les EVs et leur répartition géographique n'est pas optimale.
  - Le temps d'attente dans les stations : les EVs ont de longs temps de charge et il se peut qu'il y ait une file d'attente au niveau des bornes de recharges.
  - Les différentes limitations de vitesse des segments de route : la vitesse de l'EVs influence l'énergie consommée.

## Approche utilisée et résultats obtenus.

Connaissant la source(S), la destination(D) et le niveau de batterie au départ(SoCi), L'objectif est d'arriver à D avec un niveau de batterie minimum (SoCd). Cette méthode se décompose en deux parties :

- Partie 1 : Planification d'un itinéraire ne nécessitant pas de recharger le véhicule en cours de route.
 

Premièrement, le système détermine la consommation énergétique de chaque route possible entre S et D. Si la route avec la consommation énergétique la plus faible permet d'arriver en D avec un niveau de batterie supérieur à SoCd, elle est choisie comme étant l'itinéraire le plus optimal. Cependant, si la condition précédente n'est pas respectée, il

n'existe pas de chemin menant à D sans s'arrêter pour recharger le véhicule. L'énergie du véhicule étant insuffisante, la méthode de la partie 2 est alors appliquée.

- Partie 2 : Planification d'un itinéraire optimal en considérant que le véhicule s'arrêtera pour recharger sa batterie en chemin.

Les nœuds n'étant pas des stations de recharges ne sont plus pris en considération dans les calculs. Les EVs devront donc se déplacer de stations en stations jusqu'à D. Ensuite, les stations où la demande en énergie est supérieure à la capacité de recharge de la station, c.-à-d. où la file d'attente est trop longue, ne sont également plus prises en considération dans les calculs et sont considérées comme inaccessibles. Avec les nœuds restants (stations de recharges accessibles) dans le graphe représentant la carte du trajet, **l'algorithme de Yen** est appliqué pour trouver les **N** chemins les plus courts en termes de consommation d'énergie (N est choisi par le conducteur). Pour chacun des chemins précédents, le temps de trajet le plus optimal est calculé. Enfin le chemin emprunté par l'EV sera celui avec le rapport énergie consommée/temps de trajet satisfaisant le plus le besoin exprimé par le conducteur.

## Avantages et inconvénients

Avantages :

- **Prise en compte du niveau de batterie à l'arrivée** : L'algorithme est fait de telle sorte que le conducteur ait assez de batterie pour se rendre dans une station voisine après son arrivée à destination
- **Prise en compte des préférences du conducteur** : Le conducteur de l'EV interagit avec l'algorithme pour générer un certain nombre d'itinéraires répondant à son besoin
- **Considération du temps d'attente dans les stations de recharge** : paramètre très pertinent car le temps de charge d'un EV est un facteur important et il y a une potentielle file d'attente au niveau des bornes de recharge.
- **Recharger la batterie n'est pas la priorité** : la méthode utilisée se focalise sur la gestion de l'énergie consommée par le trajet plutôt que sur l'arrêt dans une station pour recharger la batterie. Cela permet de minimiser le temps de trajet.

Inconvénients :

- **Forte dépendance au Smart Grid** : le véhicule ne possède pas son propre système de navigation et dépend entièrement du Smart Grid
- **Grande perte d'informations** : dans la 2<sup>ème</sup> partie de la méthode de planification d'itinéraire, ne considérer que les nœuds étant des stations de recharge ne permet pas d'avoir un itinéraire assez précis.
- **Difficulté de mise en place** : la réussite de cet algorithme repose beaucoup sur l'échange d'informations entre le Smart Grid, les stations de recharge et le véhicule. L'infrastructure actuelle des stations de recharge n'est pas assez optimale pour faciliter cette communication.

## Conclusion

Grace à l'échange d'informations entre le Smart Grid, les stations de recharge et les EVs, il serait possible d'atténuer l'impact que les contraintes liées aux EVs ont sur l'expérience d'utilisation des conducteurs. Malgré le manque de précision de l'itinéraire proposé et la forte dépendance au Smart Grid et aux infrastructures des stations de recharge, la solution proposée reste très pertinente car elle prend en compte des paramètres essentiels tels que l'énergie consommée par le trajet, le niveau de batterie de l'EV, le temps d'attente dans les stations et les besoins du conducteur.