

Introduction

Pour aboutir à une solution qui correspond l'objectif du projet, nous avons consulté et analysé des travaux de recherche en rapport avec notre problématique : la recherche d'un itinéraire optimal pour les véhicules électriques. Dans le présent document, nous énoncerons les éléments retenus à l'issue de nos recherches et présenterons la méthode que nous souhaitons appliquer pour la suite du projet.

Récapitulatif des recherches effectuées

Nous nous sommes principalement basés sur les sources référencées à la fin du document pour mieux cerner les enjeux liés à la problématique. Nous avons décidé de fonder notre raisonnement sur les aspects suivants :

- **L'énergie consommée au cours du trajet** : Ce paramètre joue un rôle important car il permet de gérer le niveau de batterie des véhicules. Dans [1] et [3], le calcul de l'énergie consommée par le trajet, permet d'orienter le choix du meilleur itinéraire. Ce calcul est effectué grâce à des informations précises sur les différentes parties du trajet (limitations de vitesse, inclinaison de la route, etc) ce qui apporte plus de pertinence au résultat obtenu.
- **La durée du trajet** : les temps de recharge des véhicules électriques étant relativement longs, nous estimons qu'ils jouent un rôle important dans la détermination de l'itinéraire optimal. Dans [1], [3] et [5], le temps de recharge et le temps d'attente dû à la présence d'autres véhicules à la station sont pris en compte dans les calculs. Cependant, dans ces trois sources d'informations, les moyens permettant de calculer la longueur des files d'attente ne sont pas simples à mettre en place.
- **L'optimisation du temps de calcul** : pour assurer le dynamisme de l'itinéraire proposé, il est nécessaire d'utiliser des algorithmes précis et rapides et de simplifier le traitement des informations. Dans [4], grâce à la comparaison effectuée entre plusieurs algorithmes de plus court chemin, nous avons pu identifier que l'algorithme de Dial serait le plus adapté à notre objectif. En effet, cet algorithme est une version optimisée de celui de Dijkstra en termes de rapidité de calcul. En s'appuyant sur la méthode développée dans [2], il est possible de simplifier le réseau routier et ainsi de limiter le nombre d'informations prises en compte dans certains calculs.

Méthode choisie

Hypothèses et contraintes

Hypothèses

- Tous les nœuds ne sont pas obligatoirement des stations de recharge
- Toutes les stations n'ont pas le même temps de recharge
- La distance entre deux nœuds est inférieure à 10km
- Le véhicule arrive à destination avec une énergie minimale
- L'origine et la destination sont des nœuds
- L'énergie de départ est connue
- Le temps d'attente dans une station est connu

Contraintes

- Impact du trafic entre 2 nœuds sur le temps de trajet
- Temps de recharge dans les stations
- Gestion de l'énergie consommée par le véhicule
- Densité du réseau de stations de recharge

Déroulement de la méthode

Etape 0 :

- Récupérer les données des routes (nœuds, tronçons, trafic, altitude), des stations et de la météo
- Simplifier le schéma (réseau routier) en définissant des nœuds importants
- Déterminer les valeurs des variables suivantes :
 - o Consommation d'énergie des arcs
 - o Temps de parcours des segments de routes
 - o Temps passé dans les stations

Etape 1 :

Renseigner le lieu de départ i , la destination j , l'énergie au départ E_i et l'énergie voulue à l'arrivée E_j

Etape 2 :

Dans cette étape nous ne tenons pas compte du besoin de recharger le véhicule. Nous appliquons l'algorithme de Dial sur le schéma simplifié pour rechercher le chemin le plus optimal en matière de temps de trajet entre i et j .

Si E_i - (somme des énergies consommées par les routes) $> E_j$, nous passons directement à l'étape 5.

Si E_i (somme des énergies consommées par les routes) $< E_j$, la recharge du véhicule est obligatoire pour atteindre la destination. Nous effectuons alors l'étape 3.

Etape 3 :

Etant donné que le véhicule a besoin d'être rechargé, nous appliquons l'algorithme de Dial sur le schéma simplifié en ne considérant que les nœuds importants proches de stations de recharge. Cette étape permet de déterminer les **N** stations par lesquelles il est possible de passer dans l'itinéraire final.

Etape 4 :

Nous appliquons l'algorithme de Dial pour trouver le chemin le plus court en matière de temps parmi les **N** stations choisies.

Si E_i (somme des énergies consommées par les routes + Somme des énergies rechargées) $> E_j$, nous passons à l'étape 5.

Si E_i (somme des énergies consommées par les routes + Somme des énergies rechargées) $< E_j$, nous réeffectuons le travail de l'étape 3 en passant par une station de plus ($N=N+1$).

Etape 5 :

Nous appliquons l'algorithme de Dial sur le schéma non simplifié pour trouver la meilleure route passant par les **N** stations retenues précédemment.

Conclusion

Les recherches réalisées par l'ensemble des membres de l'équipe nous ont permis d'aboutir à la méthode proposée. Dans la suite du projet, après avoir définie les technologies les plus adéquates, nous tenterons de mettre en pratique la méthode que nous avons définie.

Références

- [1] Bourass Achraf et al., « *Secure Optimal Itinerary Planning for Electric Vehicles in the Smart Grid* », IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS, VOL. 13, NO. 6, décembre 2017
- [2] Shi-nan Gong et al., « *An approximation algorithm for shortest path based on the hierarchy networks* »
- [3] Tao Wang et al., « *Energy-aware Vehicle Routing in Networks with Charging Nodes* », Proceedings of the 19th World Congress The International Federation of Automatic Control Cape Town, South Africa. August 24-29, 2014

[4] C. Prins, « *Comparaison d'algorithmes de plus courts chemins sur des graphes routiers de grande taille* », RAIRO. Recherche opérationnelle, tome 30, n°4 (1996), p. 333-357

[5] Article lu par Xuan Yuang

[6] Sepideh Pourazarm et al., « *Optimal routing of electric vehicles in networks with charging nodes: A dynamic programming approach* », Electric Vehicle Conference (IEVC), 2014 IEEE International