

|  |
| --- |
| Projet Itinéraire Optimal – Equipe 1 : Benoît Mangeard  02/04/2018 |

|  |
| --- |
| ESIGELEC – Projet S8 |
| Synthèse d’un article scientifique : |
| Optimal Routing of Electric Vehicles in Networks with charging Nodes: A Dynamic Programming Approach |

Table des matières

[2. Introduction : 2](#_Toc510465328)

[3. Route pour un véhicule électrique : 2](#_Toc510465329)

[3.1. Hypothèses et contraintes : 2](#_Toc510465330)

[3.1.1. Hypothèses : 2](#_Toc510465331)

[3.1.2. Contraintes : 2](#_Toc510465332)

[3.2. Approche utilisée : 2](#_Toc510465333)

[3.3. Résultats obtenus : 3](#_Toc510465334)

[3.4. Avantages, inconvénients : 3](#_Toc510465335)

[3.4.1. Avantages : 3](#_Toc510465336)

[3.4.2. Inconvénients : 3](#_Toc510465337)

[4. Route pour plusieurs véhicules électriques : 3](#_Toc510465338)

[4.1. Hypothèses et contraintes : 3](#_Toc510465339)

[4.1.1. Hypothèses : 3](#_Toc510465340)

[4.1.2. Contraintes : 3](#_Toc510465341)

[4.2. Approche utilisée : 3](#_Toc510465342)

[4.3. Résultats obtenus : 4](#_Toc510465343)

[4.4. Avantages, inconvénients et défaut : 4](#_Toc510465344)

[4.4.1. Avantages : 4](#_Toc510465345)

[4.4.2. Inconvénients : 4](#_Toc510465346)

[5. Conclusion : 4](#_Toc510465347)

[6. Références : 5](#_Toc510465348)

# Introduction :

Dans cette synthèse, nous étudierons un article scientifique choisit à partir de recherche sur internet et basé sur la lecture d’introduction ou des parties « Abstract ». Le but étant de coller au maximum avec les besoins de notre projet.

Mon choix c’est porté sur l’article « Optimal Routing of Electric Vehicles in Networks with charging Nodes: A Dynamic Programming Approach » réalisé par trois scientifiques de l’université de Boston et un scientifique de l’institut des dynamiques urbaines de Oak Ridge. Cet article est la suite de deux articles écrit par deux des scientifiques de l’université de Boston dont le but étaient l’étude des chemins homogènes *[1]* et non-homogènes *[2]* entre les stations de recharges pour une voiture électrique grâce à la formulation et la résolution d’un modèle, le modèle MINLP (Mixed Integer Non-Linear Programming Problem). Le but de cet article est de proposer le chemin optimal pour un problème dynamique, cette-à-dire, un problème lié à la gestion du trafic et à la mise en place de plusieurs voitures électriques au sein du modèle.

# Route pour un véhicule électrique :

## Hypothèses et contraintes :

### Hypothèses :

Les hypothèses sont les suivantes :

* Un nombre n de nœuds.
* Tous les nœuds sont supposé être des bornes de recharge.
* Un point de départ ainsi qu’un point d’arrivé.
* De (1, …, n) avec 1 nœuds de départ et n nœuds d’arrivé.
* Un arc (i, j) prend en paramètre le temps de voyage et la consommation d’énergie nécessaire au parcours entre i et j.
* Si des nœuds ne sont pas connecté, alors le temps est infini.
* peut être négatif, si la voiture se recharge par freinage ou autres (exemple, descente de montagne…).
* Enfin B est la capacité de charge du véhicule électrique.
* est le montant d’énergie rechargé à la borne i.

### Contraintes :

* Le véhicule est seul sur les routes et n’est donc pas influencé par le trafic. Ainsi et sont fixe.
* Définir le montant de recharge nécessaire par station lors du parcours.

## Approche utilisée :

L’approche utilisé est en lien avec l’algorithme de Dijkstra, un algorithme de méthode exact. Chaque nœud se voit attribuer un coût Q, ce coût est le coût du point de départ au nœud j. Ce calcul est réalisé par la formule suivante :

Avec

Pour associer ce coût à chaque nœud du parcours, comme pour l’algorithme de Dijkstra, L’ensemble des Q seront égales à l’infini. Puis l’itération révèlera la valeur de chaque coût.

Itération :

L’algorithme s’arrête lorsque :

## Résultats obtenus :

Ils ont réalisé deux tests en donnant des poids différents à , le premier test sera avec quelques soit i afin d’avoir un comportement sur grille homogène, puis le second test a été réalisé avec des valeurs de différentes par nœuds afin d’obtenir un résultat sur une grille non-homogène.

Comme attendue, les chemins sont différents et bien dépendant des valeurs de et de plus sont bien les plus efficients. Le temps de calcul à lui été divisé par 100 par rapport à leurs deux premiers articles évoqués plutôt.

## Avantages, inconvénients :

### Avantages :

Le temps de calcul, la possibilité d’affecter une valeur de temps de charge par nœud, le résultat obtenu est sûr et enfin les paramètres affectés aux calculs.

### Inconvénients :

Un seul véhicule pris en charge dans cette solution, donc non réaliste.

# Route pour plusieurs véhicules électriques :

## Hypothèses et contraintes :

### Hypothèses :

* Traiter les véhicules en sous-ensembles de N "sous-flux" où N doit être sélectionné pour rendre le problème gérable.
* Tous les véhicules entre dans la grille par le nœud 1.
* R est le taux de véhicules arrivant à ce nœud.
* Les véhicules électriques sont rangés par nature (SUV, citadine) et sont traitées comme des flux.
* Les véhicules électriques seront les seuls traitées dans cet algorithme.

### Contraintes :

* Nombre de sous-flux impactant directement le temps de calculs.

## Approche utilisée :

L’approche utilisé est similaire à l’approche précédemment, la différence est que le véhicule électrique est transformé en groupement de véhicules de même type afin de gérer le trafic de plusieurs véhicules. De plus, un nombre de chemin possible est défini par N ce qui permet de repartir le trafic sur plusieurs chemins. Le chemin le plus court n’est pas assuré pour tous les véhicules, mais chacun des véhicules peu arrivé à destination en utilisant un des chemins définis.

## Résultats obtenus :

Les résultats sont satisfaisants d’un point de vu macroscopique, mais dès que le nombre de sous-flux N augmente, les calculs deviennent un frein à l’utilisation de cette solution.

## Avantages, inconvénients et défaut :

### Avantages :

* Permet toutes les possibilités de parcours.
* Prise de décision dynamique à chaque nœud.
* Très efficace en macroscopique (N faible).
* Permet de gérer le trafic.

### Inconvénients :

* Le temps de calcul est trop important pour les grilles de grande ampleur (N grand).
* Le chemin n’est plus forcément le plus court.

# Conclusion :

L’algorithme proposé pour un véhicule autonome simple est très efficace et prend un bon nombre de paramètre, comme le temps de trajet et de recharge, ainsi que le coût de recharge, de plus le chemin efficient est assuré. Une solution est par la suite proposée pour créer un algorithme plus complexe pouvant gérer un ensemble de véhicules électrique. Les véhicules sont triés et rangés par type dans des sous-flux. Ces sous-flux sont répartit sur un ensemble de parcours définie par un nombre N. Lorsque N est faible, les résultats sont bon car il existe relativement peu de chemin à emprunter, mais lorsque N augmente, les calculs rendent l’algorithme inutilisable car il existe trop de chemin possible. De plus, le chemin efficient n’est plus assuré. Cet article a tenté de gérer le trafic d’une manière dynamique mais c’est heurté aux temps de calculs, dans l’article [1], la solution multi-véhicules

Il s’agît néanmoins d’une approche intéressante et assurant un bon nombre de nos besoins, avec l’apport d’idée apporté par les travaux des autres membres de l’équipe, nous serons en mesure de trouver une solution optimale.

# Références :

[1] T. Wang, C. Cassandras, and S. Pourazarm, “Energy-aware vehicle routing in networks with charging stations” in To appear in Proc. of 2014 IFAC World Congress-arXiv:1401.6478.

[2] S. Pourazarm and C. Cassandras, “Optimal routing of energy-aware vehicle in networks with inhomogeneous charging nodes” in Proc. of 22nd IEEE Mediterranean Conference on Control and Automation, June 2014, pp. 674–679.