

## Note de synthèse – Mémoire de fin d'études

### Modélisation du réseau de location en autopartage de modules d'autonomie pour les véhicules électriques : Tender'Lib

|                        |                             |  |
|------------------------|-----------------------------|--|
| Auteur                 | <b>Juliette Pouzet</b>      | Etudiante en Master de Recherche Opérationnelle (M2RIT-RO)               |
| Tuteur académique      | <b>Alexandre Gondran</b>    | Enseignant chercheur à l'ENAC  |
| Maître de stage        | <b>Roberto Wolfer Calvo</b> | Responsable de l'équipe Algorithmes et Optimisation Combinatoire du LIPN |
| Responsable industriel | <b>Jean-Baptiste Segard</b> | Président de l'entreprise EP-TENDER                                      |



Ce stage s'inscrit dans la formation du Master 2 de Recherche Opérationnelle de Toulouse (M2RIT-RO). Il a été réalisé au sein de l'entreprise EP TENDER et du laboratoire de recherche de Paris Nord (LIPN). L'objectif est de répondre à une problématique industrielle de la société EP-Tender.

### Contexte

#### Le marché de la voiture électrique aujourd'hui

Les voitures électriques sont non polluantes mais limitées en termes de distance maximale parcourue sans les recharger. Pour les trajets de plus de 150 km, il faut soit un autre moyen de transport, soit accroître de manière très significative le coût du véhicule. Pour répondre au problème d'autonomie, les concessionnaires proposent aujourd'hui une hybridation thermique ou bien l'augmentation considérable de la batterie. Dans les deux cas, il y a une forte augmentation du poids et de prix de la voiture.

#### La solution proposée par l'entreprise EP TENDER

Le projet de l'entreprise EP TENDER est d'accroître le nombre d'utilisateurs de voitures électriques en proposant une nouvelle solution au problème d'autonomie. Le principe est d'offrir aux conducteurs la possibilité d'augmenter de 400km l'autonomie de leur voiture électrique, en louant un Tender.

Un Tender se présente sous la forme d'une petite remorque attelée à la voiture électrique. Cette remorque contient un bicylindre essence de 28kW emprunté à la Tata Nano. L'énergie électrique est alors transférée à la voiture tout en roulant.

L'approche modulaire et de location d'EP Tender permet un compromis entre la voiture électrique qui manque d'autonomie et l'hybridation rechargeable qui reste trop chère. A terme, les Tenders fonctionneront à l'hydrogène, ou éventuellement avec des batteries à très haute densité énergétique, afin d'avoir une solution 100% propre.

## Besoin imminent de l'entreprise

Pour obtenir de nouveaux financements destinés à la commercialisation, il est nécessaire de présenter le Business Plan du projet aux investisseurs. Pour prouver la légitimité du projet, et présenter un plan de production cohérent, il est nécessaire de modéliser dès à présent le réseau des bornes en libre-service. Pour cela l'entreprise a mis en place un partenariat avec le Laboratoire Informatique de Paris Nord (LIPN).

## Problématique de recherche opérationnelle

### Problématique de l'autopartage

Il s'agit de l'optimisation globale de l'ensemble des points de location Tender'Lib en libre-service, en France. Il est donc nécessaire de définir la taille de la flotte de Tenders, la localisation des points de location, et le nombre de bornes et de Tenders pour chacun de ces points. Il faut également étudier le rééquilibrage des Tenders à effectuer au cours de l'année.

### Modélisation

Avec l'arrivée des systèmes tels que V'lib ou Auto'lib, plusieurs travaux de recherche ont déjà été réalisés concernant les « *Shared mobility system* ». Plusieurs particularités sont cependant propres au système d'autopartage d'EP TENDER comme la granularité du réseau (à l'échelle d'un pays) et la mobilité des utilisateurs, qui peuvent se déplacer dans un certain périmètre avec leur voiture. Le projet Tender'Lib est donc réellement un nouveau problème de réseau de location.

Pour modéliser la problématique d'EP Tender, il a été choisi de se ramener à un problème connu de recherche opérationnelle : le *Lot sizing*.

En effet, l'objectif de l'entreprise est d'estimer la production de Tenders et de bornes en libre-service pour satisfaire une demande, qui correspond aux trajets de longue distance effectués chaque jour par la population. Et il faut minimiser le stock, c'est-à-dire les Tenders non utilisés. En ajoutant le rééquilibrage entre chaque paire de points de location, on obtient un deuxième modèle qui montre l'intérêt de relocaliser les Tenders.

### Résultats du modèle

En modélisant la problématique de cette manière et à partir des données des voyages des français il est alors possible de prévoir le plan de production de l'entreprise et ainsi d'établir un Business Plan en conséquence. C'est à partir des données de l'étude nationale transports et déplacement de 2008 (ENTD 2008) que le modèle a permis de premiers résultats très prometteurs pour l'entreprise. C'est par une programmation linéaire continue que ces résultats ont été obtenus.

## Perspectives d'évolution

Pour plus de robustesse, le modèle pourrait être enrichi pour prendre en compte l'aléa de la demande. Il serait notamment intéressant de se placer dans l'optimisation sous incertitude, soit l'optimisation stochastique (dans le cas d'une demande probabiliste) soit l'optimisation robuste (si on considère plusieurs scénarios possibles).