

## FICHE PROJET du concours « LES PROS DE LA RO » (soirée du 6 avril 2018)

(Version remplie : **3 pages maximum**) (NB : cette fiche sera accessible sur le site de la ROADEF)

*ACRONYME DU PROJET: DPO – Distribution Planning and Optimisation for Bike Sharing System*

### *L'ENTREPRISE*

**Nom de l'entreprise :** DecisionBrain

**Secteur d'activité :** Edition de logiciel

**Chiffre d'Affaires 2016 :** 2171 M€

**Nombre de salariés :** 31

**Nom du représentant au concours :** Filippo Focacci

**Fonction :** CEO

### *LE PARTENAIRE SOLUTION (SI PARTENAIRE EXTERNE)*

**Société IT / Consulting partenaire, ou Université de la thèse (préciser si thèse CIFRE) :**

Un post doctorat d'un an avec le Laboratoire d'informatique de Paris Nord (LIPN) avec prof. R. Wolfler Calvo and E. Traversi.

**Chiffre d'Affaires 2016 (si Société) :**

**Nombre de salariés (si Société) :**

### *LE PROJET et LA SOLUTION*

- 1. Année et mois de mise en place de la solution (on accepte les projets dont la date de finalisation est ultérieure à 31 décembre 2014, les projets plus anciens sont hors concours) :**  
La première version de l'application DPO a été déployée en production le 31 Juillet 2017. Elle est depuis cette date utilisée 24/7 par des planeurs dans une salle de contrôle. En novembre 2017 une nouvelle version a été déployée incluant un outil d'aide à la décision pour optimiser la redistribution des vélos. La dernière version a été déployée en production le 04 janvier 2018 et inclue des outils d'aide à la décision pour optimiser la réparation et la collecte des vélos.
- 2. Durée de l'étude projet :** 15 mois
- 3. Moyens humains engagés dans le projet (2 lignes max) :**  
Côté Client : environ 20 personnes  
Côté DecisionBrain : 6 personnes
- 4. Description de la problématique (15 lignes max) :**  
Serco gère la redistribution du « London Cycle Hire Scheme » (LCHS) grâce à une flotte d'opérateurs se déplaçant en camion. LCHS est le plus gros système de partage de vélos au monde. Transport for London (TfL), le propriétaire du LCHS, fixe des objectifs de stock (peu de stations pleines ou vides) au cours du temps et impose de fortes pénalités si l'objectif n'est pas atteint. Le nombre de stations et d'utilisateurs est en croissance constante augmentant la complexité de la gestion du LCHS.  
La grande majorité des utilisateurs sont des « commutants » qui prennent un vélo le matin à une gare pour faire « le dernier kilomètre » jusqu'au lieu de travail et un vélo le soir pour le retour. Ils créent des pics de trafic dépassant largement les capacités des stations aux heures de pointe à un moment où la circulation est dense et où les camions circulent mal.  
La demande dépend aussi de la météo. S'il pleut le matin avec un après-midi ensoleillé, les « commutants » prendront le bus le matin et un vélo au retour. Les stations de vélos près des

gares restent alors pleines et le soir il n'y a pas assez de vélos dans les zones de travail, et plus de place pour les déposer près des gares.

Enfin, meilleur est la répartition des vélos (peu de stations pleines ou vides), plus il y a de retrait par jour, et plus la probabilité d'avoir des stations pleines ou vides est importante. Un outil d'aide à la décision pour optimiser la redistribution des vélos est donc indispensable.

**5. Solution apportée (10 lignes max) :**

DPO est une application Web utilisant des techniques de Machine Learning et d'Optimisation pour aider les planeurs en salle de contrôle à prendre les bonnes décisions de collecte ou de dépôt de vélos, au bon moment, au bon endroit, par le bon opérateur. DPO propose :

- Un monitoring du LCHS afin de détecter en temps réel les problèmes de stocks des stations (pleines ou vides) et de les résoudre par l'affectation d'une tâche au bon camion.
- Une estimation sur 24 heures du nombre de retraits, de dépôts et du stock de chaque station. Ces estimations permettent à la fois de comprendre l'importance du problème actuel et d'anticiper les problèmes futurs.
- A partir de l'incertitude des estimations, un calcul du corridor de sécurité du stock de chaque station dans lequel le risque d'être plein ou vide est faible.
- Un calcul pour chaque station du stock optimal dans le temps (cible à atteindre) qui minimise sur 24 heures le coût des problèmes de stock.
- Une optimisation à la demande des tournées de camions pour la redistribution des vélos.
- Une optimisation à la demande des tournées de camions pour collecter les vélos pour maintenance.

**6. Objectifs (5 lignes max, les lister) :**

Le premier objectif est d'avoir les informations nécessaires pour prendre les bonnes décisions de collecte et dépôt de vélos de manière avisée afin de réagir au mieux aux fluctuations du temps réel. (Prévisions de la demande et estimation du stock optimal)

Le deuxième est d'avoir un planning optimisé qui minimise le temps cumulé de stations pleines ou vides sur une journée. (Optimisation des tournées pour la redistribution et la maintenance).

**7. Périmètre (3 lignes max) : zone géographique, sites, acteurs concernés, etc.**

DPO considère environ 815 stations, 13000 vélos, 30 opérateurs, de 25K à 70K retraits par jour. Pour cela jusqu'à 8 planeurs utilisent DPO simultanément.

**8. Type de modèles et méthodes d'optimisation (3 lignes max) :**

Nous avons utilisé Spark ML lib avec des modèles de prévision basés sur des moyennes mobiles simples et exponentielles, et des forêts aléatoires.

Pour le problème des stocks optimaux nous avons utilisé un module MIP avec IBM CPLEX. Pour le problème de redistribution, nous avons utilisé un modèle MIP avec IBM CPLEX et une heuristique.

Enfin, pour l'optimisation des tournées de maintenance, un modèle VRP contraint a été utilisé, et résolu par de la programmation par contrainte avec IBM CPLEX (CP Optimizer).

**9. Innovation du projet (5 lignes max) :**

A notre connaissance, DPO est la première application au monde pour la planification et l'optimisation de la distribution d'un système de vélos partagés qui utilise à la fois des techniques de Machine Learning et d'Optimisation combinatoire.

C'est une application complètement temps réel, opérationnelle 24/7.

**10. Liste de publications, le cas échéant :**

Pas de publication pour à ce jour mais 3 articles sont en cours de rédaction.

### **11. Possibilités d'extension de l'outil (3 lignes max) :**

DPO peut facilement être adapté à d'autres systèmes de vélos partagés. Il serait ainsi intéressant de l'utiliser sur d'autres villes avec des contraintes opérationnelles et des profils de demande différents.

### *PERFORMANCES DE L'OUTIL*

### **12. Indicateurs de performance quantitatifs (avant / après) financiers, commerciaux, opérationnels (chiffrés) : (10 lignes max)**

Les bénéfices de DPO incluent :

- L'augmentation de l'usage du LCHS et de la satisfaction des utilisateurs.
- La réduction des coûts opérationnels (planeurs et camions).
- L'amélioration de la performance opérationnelle du LCHS (moins de pénalités pour des stations pleines ou vides)

La toute dernière version de DPO étant en production depuis le 04 janvier, les indicateurs de performances que Serco accepte de publier ne sont pas encore disponibles. Néanmoins, depuis le déploiement en production de DPO en juillet dernier, le LCHS a battu le record d'utilisation en octobre puis en novembre et sans pénalités.

### **13. Impact organisationnel : (5 lignes max)**

Avant le déploiement de DPO, la salle de contrôle travaillait en mode réactif uniquement pour réagir au mieux à la demande courante. Ils travaillaient « en aveugle », sans pouvoir quantifier les problèmes à résoudre en temps réel et sans pouvoir anticiper les problèmes futurs. Grâce à DPO ils travaillent en mode réactif « avisé » grâce aux estimations et aux stocks optimaux. Ils ont également la possibilité d'anticiper les problèmes à venir e.g. état de la station prévu dans une heure et la possibilité d'avoir des planifications optimales à moyen terme sur quelques heures.

### **14. Temps de calcul moyen vs taille du problème :**

Selon les modèles de Machine Learning utilisés, le temps d'apprentissage varie de 3h à 20h sur un cluster de 3 nœuds Spark. Jusqu'à 15 Giga de données (2 ans) sont utilisées par les modèles. Le problème de stocks optimaux se résout en 12s pour une instance à 800 stations, 140 périodes de temps ; soit un MIP à 265K ligne et 260K colonnes.

Le problème de redistribution se résout par une heuristique en 70s pour une instance à 800 stations, 15 camions et 50 périodes de temps.

Enfin, un modèle CP à 400 variables, et 600 contraintes trouve un optimum au problème de collecte de vélo pour maintenance en 1 minute, pour une instance à 2 camions, 36 tâches sur 100 possible sur un horizon de 2 heures.

### **15. Limites de l'outil (3 lignes max) :**

Pour les modèles d'optimisation, le parti pris induit par des contraintes opérationnelles fortes, est d'obtenir des bonnes solutions en quasi temps réel et non pas d'obtenir des solutions optimales, notamment pour les calculs pendant la journée. Pendant la nuit, comme il y a plus de temps pour chercher des solutions optimales, des approches différentes pourrait être envisagées.

Pour les estimations de demandes, le système a besoin de quelques semaines minimum pour s'adapter à un changement brusque de profil, par exemple, en cas d'ajout d'une nouvelle station.