

## Optimisation robuste d'un réseau de télécommunications optique (FTTH) avec des variables de recours entières.

### Le contexte

Orange, comme la plupart des opérateurs dans le monde, a fait le choix de remplacer (à terme) son réseau cuivre actuel par un réseau de fibre optique (on parle de Fibre To The Home, FTTH), solution technologique présentant des avantages de débit, portée et fiabilité.

La conception et le déploiement de ce réseau d'accès FTTH représente un enjeu majeur pour les opérateurs, tant d'un point de vue financier qu'humain. La mise en place d'un outil de conception automatique de plans de déploiement est, dans ce contexte, un atout important.

Orange a développé GPON Optimizer qui est un outil de design automatique de plans de déploiement terrain FTTH de coût minimum et respectant les règles métiers et contraintes organisationnelles. Cet outil opérationnel, aujourd'hui intégré dans le SI d'Orange, intègre ou exploite de nombreux résultats de travaux de recherche plus amont menés en parallèle du développement de l'outil en collaboration avec l'équipe OC du CEDRIC (\*).

Cet outil travaille par zone de Nœud de Raccordement Client (NRC - équivalent au regroupement d'une ou plusieurs communes suivant la géographie du territoire).

Les 2 objectifs principaux sont de fournir :

- une solution de déploiement respectant l'ensemble des règles métiers (régulation, ingénierie), qui soit, de plus, proche de l'optimale au sens des coûts ;
- un chiffrage détaillé de la solution de déploiement proposée, ainsi que la « liste de courses » associée (ensemble des éléments réseau constituant la solution).

Le processus de résolution du problème utilise une solution algorithmique intégrant soit des modèles linéaires en nombres entiers résolus par branch-and-bound (solveur CPLEX), soit des méthodes de programmation dynamique ou encore des heuristiques.

Les gains permis par l'outil pour résoudre les problèmes **sans incertitude** sont de deux types :

- financiers : un proof of concept comparant les plans de déploiement réalisés « à la main » dans les unités opérationnelles montre des gains potentiels de 20% permis par l'outil ;
- temps d'étude/de conception : à titre d'exemple, l'outil fournit une solution de déploiement en moins de 2 jours pour des grandes zones NRO (instances), alors qu'une étude « à la main » peut demander plusieurs semaines pour ces mêmes instances.

GPON Optimizer a obtenu le prix Orange de l'Innovation 2012 (Catégorie Réseau).

(\*) Voir la bibliographie. Deux doctorants successifs ont travaillé sur le sujet dans le cadre de thèses CIFRE Orange-CEDRIC: Mathieu Trampont et Cédric Hervet.

### Sujet du stage

Un premier travail important a déjà été réalisé pour rendre l'outil robuste aux pannes. Un modèle d'optimisation robuste en deux étapes prenant en compte l'incertitude de la demande a été proposé. La grande difficulté de la résolution vient du fait que les variables de seconde étape sont entières. C'est actuellement un réel enjeu de la recherche opérationnelle de résoudre ce type de problème.

Un premier algorithme exact utilisant une méthode de génération de contraintes et de colonnes ainsi qu'une heuristique fondée sur la recherche d'ensembles stables dans les graphes ont été proposés. Pour l'instant seules de très petites instances peuvent être résolues.

Il s'agira dans le stage d'améliorer et programmer les deux méthodes et de les tester sur des données réelles.

### Plan de travail (5 ou 6 mois)

- 1) Étude bibliographique, compréhension des méthodes et réflexion sur les approches proposées et améliorations possibles.
- 2) Poursuite des recherches d'amélioration. Programmation et tests.
- 3) Fin des tests. Rédaction du mémoire.

Le but est d'arriver à la publication d'un article dans une revue internationale de RO, sachant qu'une grande partie de l'article est déjà rédigée et sera fournie comme base du travail.

### Lieu du stage

CNAM CEDRIC Equipe OC . 292 rue Saint-Martin 75003 Paris.  
<https://cedric.cnam.fr/index.php/labo/OC>

Le travail sera encadré par Marie-Christine Costa et Alain Faye et sera également suivi par un ingénieur d'Orange.

### Contacts

Marie-Christine Costa : [marie-christine.costa@ensta-paristech.fr](mailto:marie-christine.costa@ensta-paristech.fr)

Alain Faye : [alain.faye@ensiie.fr](mailto:alain.faye@ensiie.fr)

### Bibliographie

- M. Chardy, M-C Costa, A Faye M. Trampont. **Optimizing splitter and fiber location in a multilevel optical FTTH network**. European Journal on Operational Research, Vol. 222(3), pp. 430–440, 2012.
- M. Chardy, M-C. Costa, A.Faye, S. Francfort, C. Herve, M. Trampont. **La RO au coeur du déploiement du Fiber To The Home à France-Télécom Orange : La RO récompensée par le prix Orange de l'Innovation 2012 (Catégorie Réseau)**. Bulletin de la ROADEF, Vol. 29, pp 8-11, 2012. Fiche Projet « Les Pros de la RO », ROADEF 2015
- Cédric Herve, Alain Faye, M-C. Costa, M. Chardy, S. Francfort. **Solving the Two-Stage Robust FTTH network design Problem under Demand Uncertainty**. INOC 2013 (Tenerife, Spain).
- C. Herve, **L'optimisation du déploiement des réseaux optiques : considérations sur l'incertitude de la demande**, manuscrit de thèse, novembre 2013.