

# Déploiement d'un réseau de fibres optiques en milieu urbain

Julien Darlay

Innovation 24 - LocalSolver  
264 rue du Faubourg Saint-Honoré 75008 Paris, France  
jdarlay@innovation24.fr

**Mots-clés :** *optimisation de réseau, télécom, logiciel*

Les opérateurs télécommunications sont amenés à déployer des réseaux de fibres optiques à l'échelle d'une ville pour raccorder de nouveaux sites ou augmenter la capacité d'équipements déjà en place. Par exemple, l'installation de nouveaux sites 4G nécessite un raccordement très haut débit au cœur de réseau de l'opérateur pour assurer une certaine qualité de service. Chaque site à raccorder (appelé site terminal dans la suite) doit être relié au cœur de réseau par deux chemins disjoints pour assurer la continuité du service lorsqu'un lien est rompu. Les câbles sont déployés dans un réseau de fourreaux déjà installés par Orange et disponibles à la location.

L'architecture des solutions est composée de boucles sur deux niveaux (cf. FIG. 1). Les boucles structurantes (cycle noir sur la figure) sont constituées de gros câbles contenant assez de fibres optiques pour les besoins d'une cinquantaine de sites. Elles servent de dorsales sur lesquelles viennent s'ancrer des boucles distributions (chemins rouges) chargées de relier les sites à l'échelle d'un quartier. Les boucles de distributions sont constituées de câbles moins larges et permettent de raccorder 5 à 6 sites terminaux. Une telle architecture permet de mutualiser les coûts qui sont proportionnels à la longueur des câbles déployés et au nombre de fibres optiques dans les câbles (la largeur).

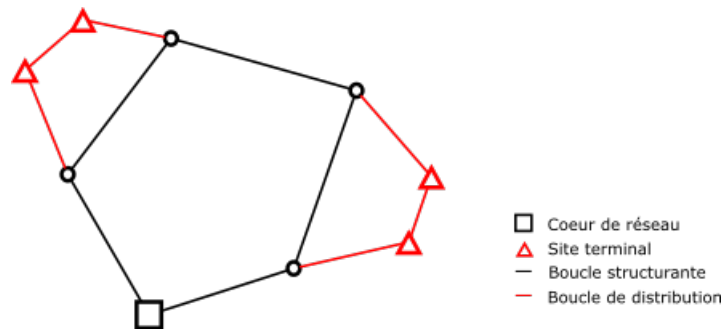


FIG. 1 – Exemple d'architecture avec une boucle structurante et deux boucles de distribution

L'ancrage d'une boucle sur une autre se fait à travers un boîtier de protection d'épissures (BPE). L'installation d'un BPE est une opération couteuse et les opérateurs cherchent à minimiser leur nombre. Afin d'anticiper les futurs déploiements, ils cherchent aussi à avoir des boîtiers à intervalle régulier le long des boucles. Cela se traduit par des contraintes de distances maximales entre deux boîtiers sur une même boucle.

Le problème d'optimisation qui nous a été posé consiste à trouver une architecture qui minimise le coût total en câbles et boîtiers permettant de raccorder un ensemble de plusieurs centaines de sites à l'échelle d'une grande ville française tout en respectant des contraintes métiers portant sur la répartition des BPE, la distance maximale entre le site terminal et le cœur de réseau. Le graphe des fourreaux utilisables est très proche du graphe routier. Cela représente un graphe d'environ 10000 nœuds et 20000 arêtes pour une ville comme Paris.

Nous verrons dans l'exposé comment le problème a été modélisé en une série de sous-problèmes résolus avec LocalSolver. Le sous-problème de conception d'architecture se rapproche de problèmes classiques de la recherche opérationnelle comme les problèmes de tournées de véhicules avec capacité. Le sous-problème de positionnement de BPE est un problème de dominant maximum dans un graphe d'intervalles ou arc-circulaire et qui peut être résolu par programmation dynamique de manière efficace. L'application développée pour l'opérateur est aujourd'hui utilisée pour établir des plans de déploiements dans les grandes villes françaises.