

## COMPARAISON DE LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE ET DE LA GÉOMÉTRIE STOCHASTIQUE POUR RÉSOUDRE UN PROBLÈME DE LOCALISATION CONTINUE

Mathieu TRAMPONT<sup>1</sup>, Christian DESTRE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> France Télécom R&D

### Introduction

Les opérateurs de télécommunications sont souvent confrontés à des problèmes de localisation de grande taille dont la résolution est difficile même à l’aide d’algorithmes approchés ou d’heuristiques. Pour réduire la difficulté due au grand nombre d’éléments dans les réseaux considérés, une abstraction peut être pratiquée sur ces données. La géométrie stochastique permet par exemple de capturer les caractéristiques spatiales des réseaux à l’aide d’un petit nombre de paramètres. En revanche elle ne permet pas d’obtenir une solution précise pour une configuration précise.

L’objectif est de présenter le comportement de ces deux approches différentes sur un problème de localisation continue : le problème de Weber Multisource avec nombre d’équipements à placer inconnu. Dans un premier temps nous présenterons le problème et les deux approches. Ensuite les résultats des deux méthodes sur des instances de test seront discutés, et une méthode visant à concilier les deux approches sera présentée. La conclusion reviendra sur les principales caractéristiques des trois méthodes, ainsi que sur les travaux restant à réaliser pour valider l’utilisation de l’approche hybride sur des instances réelles.

### Définition du problème

Le problème qui nous intéresse concerne la partie accès du réseau téléphonique commuté. Chaque client de ce réseau est raccordé à un équipement nommé Noeud de Raccordement des abonnés (NRA) en passant par plusieurs équipements intermédiaires. Pour simplifier, nous ne considérons qu’un seul NRA et supposons que la ligne qui le raccorde à chaque client passe par un seul équipement, nommé

Sous-Répartiteur (SR). Ainsi nous obtenons un réseau hiérarchique à 3 niveaux : les clients, les SR, et le NRA. Le but du problème est alors d'optimiser le nombre et la localisation des SR, de façon à minimiser les coûts de déploiement du réseau. Ces coûts comprennent l'installation des SR et les coûts des liaisons client-SR et SR-NRA.

## Géométrie stochastique et Recherche Opérationnelle

L'approche de géométrie stochastique considérée pour ce problème est celle de Baccelli et Zuyev [1]. Le principe est de considérer les différents niveaux du réseau comme des réalisations de processus stochastiques ayant comme unique paramètre la densité des éléments. Il est possible alors de trouver le paramètre du processus représentant les SR qui minimise l'espérance du coût. Ceci fait, le processus des SR permet de générer un grand nombre de solutions potentielles dont on calculera le coût afin de déterminer la meilleure. Tout cela est effectué en temps polynomial. Du point de vue de la recherche opérationnelle, le problème traité est NP-difficile. Il s'agit du problème de Weber Multisource avec nombre d'équipements à placer inconnu. Pour le résoudre, nous avons utilisé l'heuristique de Brimberg *et al.* [2]. Cette heuristique se décompose principalement en 2 étapes :

- Résolution du problème discret associé.
- Raffinement progressif de la solution du problème discret dans le domaine continu.

## Résultats et comparaison

La comparaison de ces deux approches a été effectuée sur des instances issues du modèle de l'approche stochastique. Les résultats en termes de coût et de temps de calcul des deux approches seront présentés, ainsi que certaines caractéristiques topologiques des solutions obtenues. Ceci permettra de bien discerner les avantages, les inconvénients, et les points communs des deux approches.

à partir de ces résultats, nous présenterons une approche hybride visant à utiliser une partie de l'heuristique pour raffiner les solutions générées par l'approche stochastique. Cette méthode offre un compromis entre la qualité des solutions obtenues par l'heuristique et la rapidité de l'approche stochastique. Toutefois, pour justifier l'utilisation d'une telle méthode sur des instances réelles, il faut se pencher sur l'adéquation du modèle de géométrie stochastique avec la réalité.

## Bibliographie

- [1] F. Baccelli et S. Zuyev, Poisson-Voronoi spanning trees with applications to the optimization of communication networks, *Operations Research*, **47**(4), (1999), 619–631.
- [2] J. Brimberg, M. Mladenovic, S. Salhi, The multi-source Weber problem with constant opening cost, *Journal of the Operational Research Society*, **55**, (2004), 640–646.