



HAL
open science

Optimisation conjointe des investissements réseaux mobiles et des migrations des abonnés

Adrien Cambier, Matthieu Chardy, Rosa Figueiredo, Adam Ouorou, Michael
Poss

► **To cite this version:**

Adrien Cambier, Matthieu Chardy, Rosa Figueiredo, Adam Ouorou, Michael Poss. Optimisation conjointe des investissements réseaux mobiles et des migrations des abonnés. ROADEF 2019 - 20e Congrès de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision, Feb 2019, Le Havre, France. hal-02189469

HAL Id: hal-02189469

<https://hal.science/hal-02189469v1>

Submitted on 19 Jul 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Optimisation conjointe des investissements réseaux mobiles et des migrations des abonnés

Adrien Cambier^{1,2}, Matthieu Chardy¹, Rosa Figueiredo², Adam Ouorou¹, Michael Poss³

¹ Orange Labs, Châtillon, France
adrien.cambier@orange.com

² LIA, Université d'Avignon, Avignon, France

³ LIRMM, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

Mots-clés : *PLNE, RO appliquée aux télécommunications, Optimisation des investissements, Extension de capacité, Modèle de Bass.*

1 Contexte et problématique

De nouveaux usages consommateurs en ressources (notamment le streaming de vidéos) sont apparus dans le marché du mobile au cours des dernières années, provoquant une hausse de la consommation moyenne par utilisateur. Ce phénomène, conjugué à une hausse du nombre d'utilisateurs, induit une croissance naturelle du trafic de données mondial, qui devrait ainsi atteindre 49 Exabytes par mois en 2020 [1]. En planifiant les investissements requis par cette croissance, l'opérateur doit éviter sous et sur dimensionnement pour offrir un service satisfaisant dans un marché de plus en plus compétitif (avec "rankings" des opérateurs [2]) tout en maîtrisant le budget. Les opérateurs étant souvent également fournisseurs du service, ils peuvent influencer sur la dynamique des abonnés à travers leurs investissements. Étudier les deux dynamiques est donc primordial pour un opérateur télécom. Le couplage de celles-ci nous motive à étudier un plan d'investissement [3] sur un horizon temporel discrétisé (typiquement 5 ans) et un territoire donné (typiquement une région). Ce plan d'investissement consiste à décider comment investir sur le réseau (en *densification* et *extension de la couverture*) et *subventionner les abonnés*. La *densification* consiste à ajouter des équipements (modules) sur une technologie donnée afin d'augmenter la capacité d'un site déjà couvert par cette technologie. L'*extension de la couverture* consiste à installer une technologie sur un site non encore couvert par cette technologie. La *subvention des abonnés* consiste à proposer une subvention (par exemple une réduction sur les téléphones compatibles avec la dernière technologie) aux abonnés des anciennes offres afin que ceux-ci migrent vers la technologie la plus récente. Un modèle de Bass [4] est utilisé pour modéliser le comportement des abonnés face à la subvention.

Notre problème consiste à optimiser ces trois investissements sous contraintes réseaux (répartition des abonnés sur le réseau - *load-balancing*- et capacité) et d'indicateurs clés à respecter à la fin de l'horizon temporel.

2 Contributions

Notre contribution est double :

1. Modéliser le problème par un Programme Linéaire en Variables Mixtes (PLNE) générique au sens où l'opérateur peut prendre différentes hypothèses selon son propre contexte métier. Les règles considérées sont les suivantes :
 - Règles d'investissements réseaux :
Pour chaque technologie, investissement ou non *en densification* et *en extension*.

- Règle de *load-balancing* :
 Cette règle définit par quelle génération réseau les abonnés doivent être servis en fonction de leur offre, sachant qu'une offre n'est jamais servie par une technologie plus récente (incompatibilité technique).
 - Règles de *subvention des abonnés* :
 Ces règles définissent le mécanisme de *subvention des abonnés* vers la technologie la plus récente, ce qui consiste à choisir de quoi dépendent la décision (subvention versée) et la réaction des abonnés (% d'entre eux qui migrent) lorsque celle-ci leur est proposée.
2. Etablir grâce à ce modèle des recommandations opérationnelles. Nous souhaitons tester différents scénarios faisant varier les règles ci-dessus parmi les hypothèses suivantes :
- Investissements réseaux :
 - *Densification* de toutes les technologies et *extension* de la dernière technologie uniquement.
 - *Densification* et *extension* de toutes les technologies.
 - *Densification* et *extension* de la dernière technologie uniquement.
 - *Load-balancing*
 - Abonné servi par la technologie la plus proche de son offre parmi celles installées.
 - Abonné servi par la technologie correspondant à son offre si installée et indifférence sinon.
 - Indifférence totale (peut être servi au choix par n'importe quelle technologie compatible et installée).
 - *Subvention des abonnés*
 - La réaction des abonnés dépend du niveau de déploiement de la dernière technologie (en pourcentage de sites couverts) et de la subvention donnée.
 - La réaction des abonnés dépend du niveau de déploiement de la dernière technologie, de la subvention donnée et de leur offre actuelle.
 (Dans les deux cas ci dessus, possibilité ou non de différencier la subvention selon l'offre actuelle des abonnés.)

Pour tester ces différents scénarios, nous considérons une instance de quatre générations, la nouvelle génération étant la 5G, et la 2G étant installée sur tous les sites. Cette instance est basée sur des données réelles provenant de sites d'Orange France en Bretagne.

Références

- [1] CISCO. *Cisco Visual Networking Index : Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016 ?2021 White Paper*. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>, 2017.
- [2] ARCEP. *Classement des opérateurs par l'ARCEP*. <https://www.arcep.fr/actualites/les-communiqués-de-presse/detail/n/qualite-des-services-mobiles-1.html>, 2018.
- [3] M. Chardy, M. Ben Yahia and Y. Bao. *3G/4G load-balancing optimization for mobile network planning*. 2016 17th International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium (Networks), Montreal, QC. pp. 7-12.
- [4] Frank M. Bass. *A New Product Growth for Model Consumer Durables*. Management Science, 1969.