

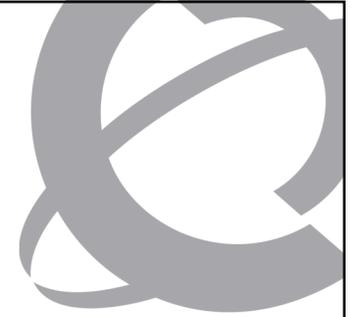
Modèles et algorithmes pour la reconfiguration de systèmes répartis utilisés en téléphonie mobile

Renaud Sirdey

Chercheur au CEA / Ex-architecte système Nortel

Journée du prix de thèse Guy Deniérou, 4 avril 2008

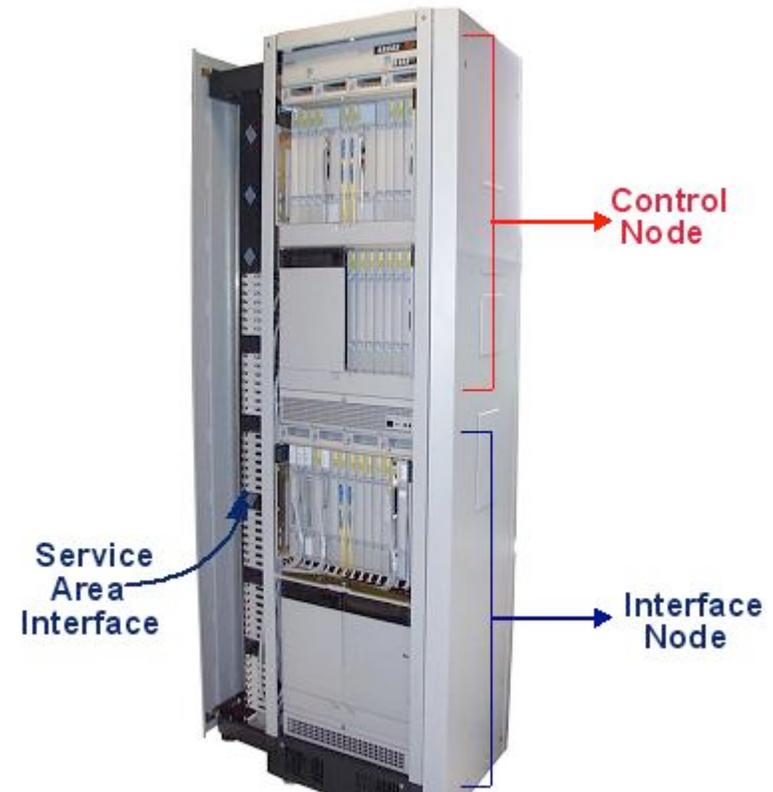
Un ingénieur expérimenté, doctorant dans l'industrie



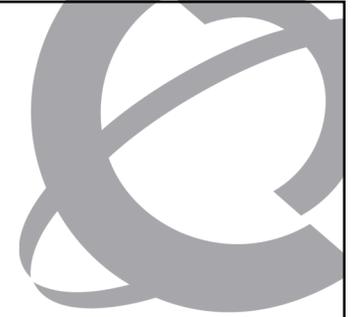
- > 1998 : diplôme d'ingénieur de l'UTC, MSc Cranfield (major, prix *Texas Instruments for Signal Processing 1998*).
- > 1998 à 2001 : *member of scientific staff*, Nortel, Maidenhead, G.-B.
- > 2001 à 2003 : chef d'équipe de développement, Nortel, Châteaufort.
- > 2003 à 2007 : architecte système, Nortel, Châteaufort.
 - Domaines d'activités : téléphonie cellulaire, optimisation combinatoire, génie et architecture logiciel, fiabilité, algorithmique répartie, sécurité.
 - *Mai 2004 à mars 2007, en parallèle et à mon initiative, doctorant dans le cadre d'une convention Cifre (Nortel, Heudiasyc, ANRT).*
- > *Depuis nov. 2007 : chercheur au Commissariat à l'énergie atomique, Saclay.*
 - Domaines d'activités : parallélisme, compilation, optimisation combinatoire, théorie des graphes, sûreté de fonctionnement.

Le BSCe3 : un autocommutateur réparti

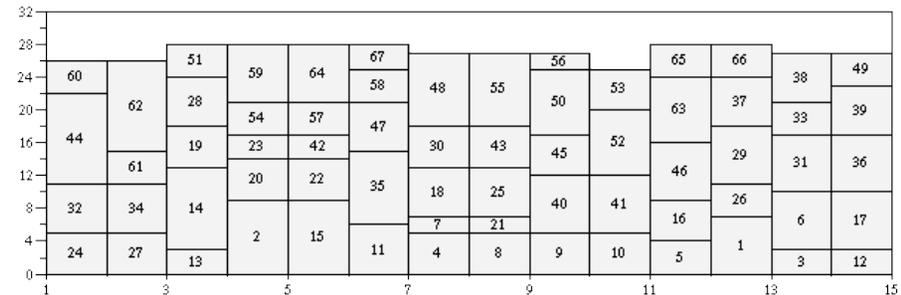
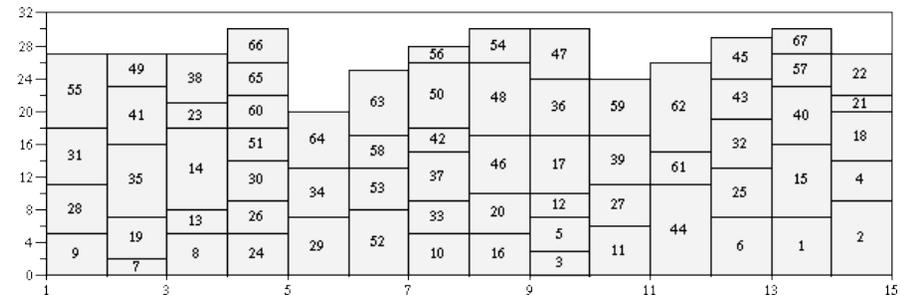
- > Nouvelle génération de BSC commercialisés par Nortel.
- > Pilote jusqu'à 500 BTS.
- > Ecoule jusqu'à 3000 erlangs.
- > Haute disponibilité:
 - Mécanismes sophistiqués de tolérance aux pannes.
- > Flexibilité:
 - Le trafic est réparti entre des unités de traitement d'appels (TMU) que l'on peut ajouter ou enlever à chaud.



Un problème industriel : reconfiguration d'autocommutateurs répartis

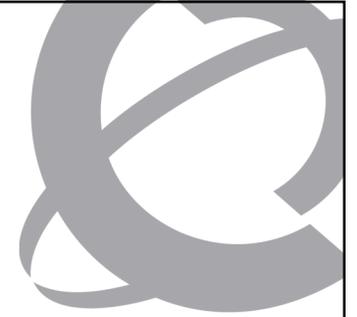


- > Soit un autocommutateur composé de processeurs sur lesquels tournent des processus.
- > On cherche à faire passer le système d'un état à un autre, sans violation de capacité sur les processeurs.
- > Un processus peut être :
 - Déplacé sans impact sur le service (*migration*).
 - Arrêté, puis redémarré (*interruption*).
- > L'interruption, à éviter, permet de résoudre les blocages.

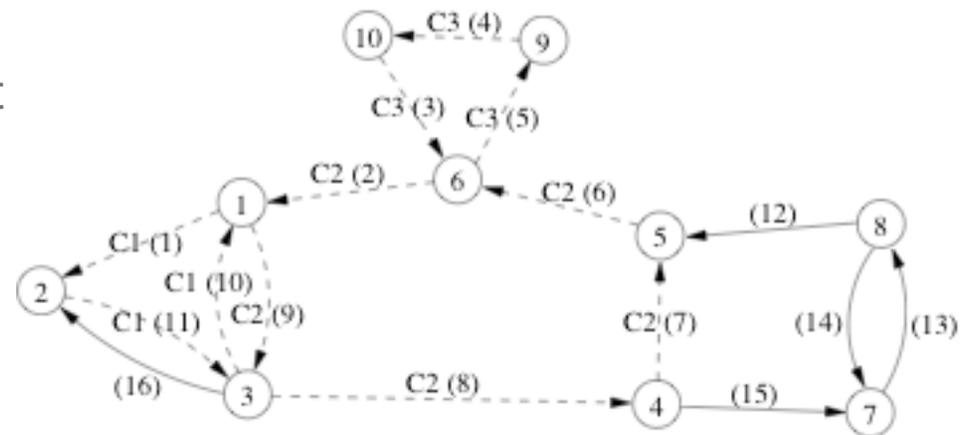


État initial en haut, état final en bas.

Cas particuliers polynomiaux : approche par la théorie des graphes



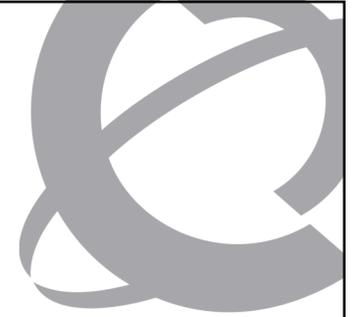
- > Preuve de complexité.
 - NP-difficile au sens fort.
- > Définition du graphe de transfert :
 - Multigraphe orienté dont les sommets sont les processeurs et les arcs les déplacements.
- > Conception d'algorithmes polynomiaux pour des cas particuliers :
 - Cas d'un graphe de transfert sans circuit.
 - Cas à une ressource de processus de consommations homogènes.



Résolution du cas homogène.

Résultats publiés dans *Eur. J. Oper. Res.* 183:546:563, 2007.

Résolution approchée par recuit simulé

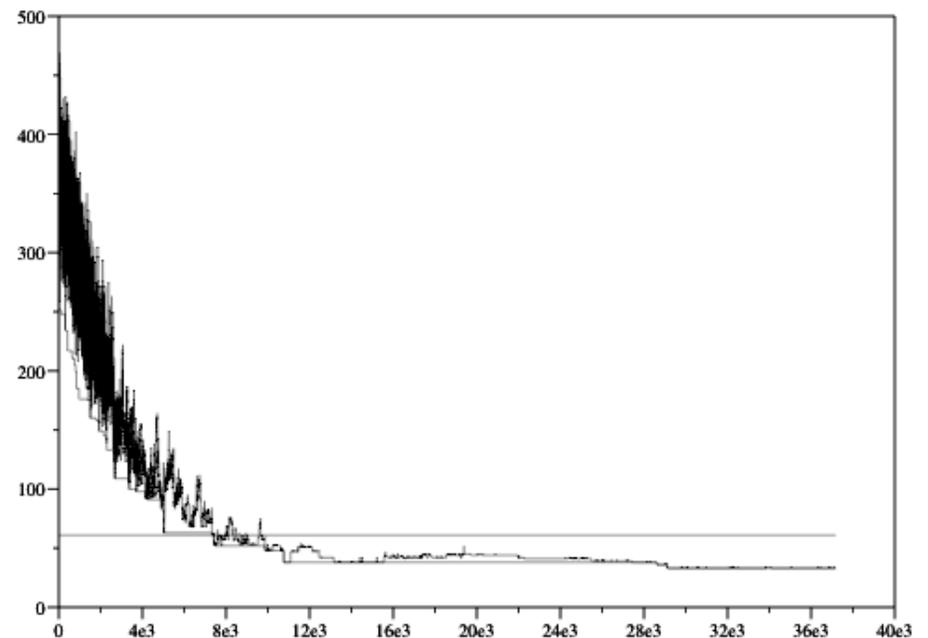


> Aspects théoriques :

- Introduction de la notion de solution (α, β) -acceptable, où β définit une exigence de qualité (distance à l'optimum) et où α est la probabilité de la satisfaire.
- Obtention d'un schéma général de fixation des (nombreux) paramètres de la méthode basé sur la théorie de l'approximation différentielle et donnant lieu à des algorithmes efficaces.

> Application au problème de reconfiguration :

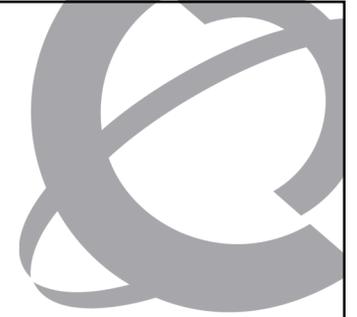
- Conception d'un algorithme pseudopolynomial de résolution approchée.
- Vérification expérimentale des propriétés théoriques de l'algorithme.



Convergence vers une solution 5%-acceptable.

Résultats publiés dans *J. Heuristics*, à paraître.

Résolution exacte : approche polyédrale

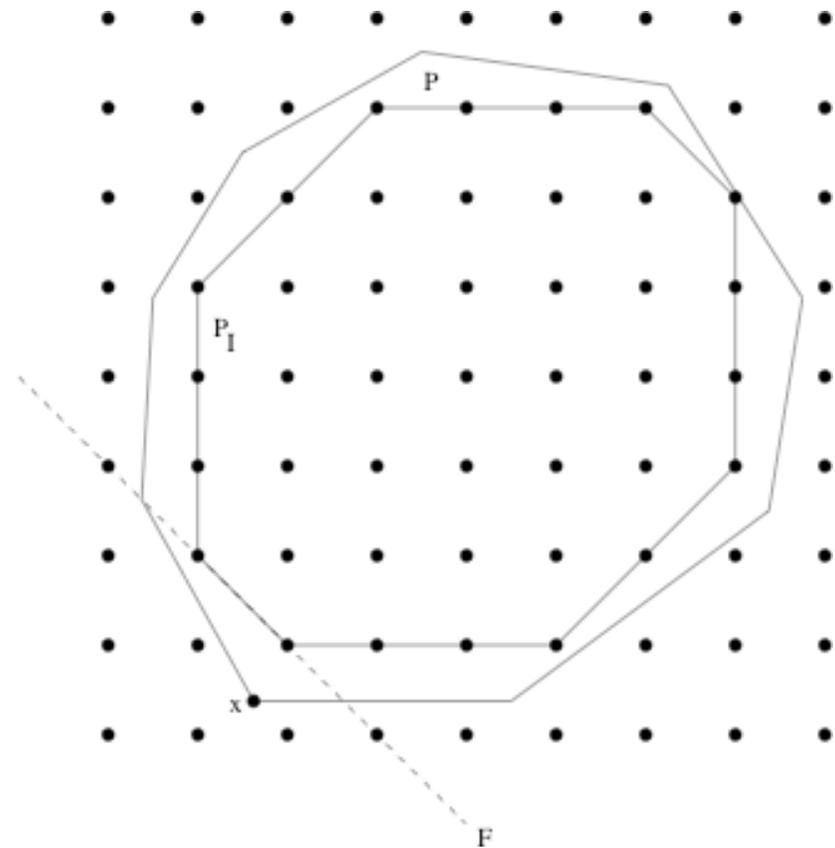


> Aspects théoriques :

- Modélisation du problème à l'aide du formalisme de la programmation linéaire en nombres entiers.
- Introduction de deux polytopes : le polytope des sous-tournois sans circuit et le polytope des programmes de déplacements.
- Étude de la structure de ces polytopes : mise en évidence de classes de facettes et conception d'algorithmes de séparation.

> Application au problème de reconfiguration :

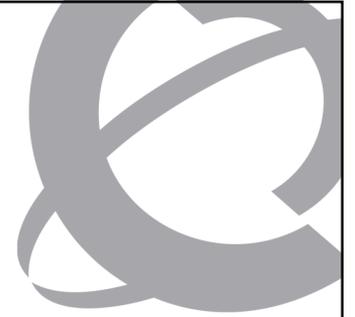
- Conception d'un algorithme de *branch-and-cut* : résolution exacte ou résolution approchée avec une mesure très fine de l'écart à l'optimum, selon le temps imparti.
- Mise en évidence expérimentale de ces propriétés, sur des instances de grande taille.



Principe d'un algorithme de coupe.

Résultats publiés dans *RAIRO Oper. Res.* 41:235-251, 2007.

Un docteur-ingénieur dans l'industrie



- > Quelques uns des problèmes résolus à l'aide des méthodes issues de la recherche opérationnelle :
 - Configuration de cellule radios et couplage biparti.
 - Partage équitable de ressources et théorie des systèmes électoraux.
 - Consommation électrique d'une station de base et sac à dos min-max.
 - Synchronisation très précise d'horloges sur un réseau paquet asynchrone et programmation linéaire.
 - Et bien d'autres...

- > Ces méthodes s'avèrent tout aussi pertinentes en conception des architectures massivement multicoeurs pour les systèmes embarqués.

Échantillon représentatif publié dans *4OR* 5:319-333, 2007.

Sélection de publications récentes



> Revues internationales (en tant qu'auteur principal) :

- « A linear programming approach to highly precise clock synchronization over a packet network », *4OR*, à paraître.
- « Approximate résolution of a resource-constrained scheduling problem », *J. Heuristics*, à paraître.
- « Combinatorial optimization problems in wireless switch design », *4OR* 5:319-333, 2007.
- « A branch-and-cut algorithm for a resource-constrained scheduling problem », *RAIRO Oper. Res.* 41:235-251, 2007.
- « On a resource-constrained scheduling problem », *Eur. J. Oper. Res.* 183:546-563, 2007.

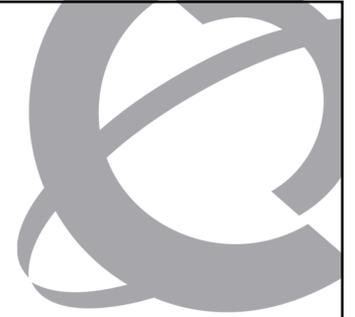
> Brevet :

- « Method and arrangements for selecting one of several nominally identical data streams », EP1587257.

> Conférences et séminaires :

- Séminaire « algorithmique et optimisation » de l'École polytechnique, sep. 2006.
- Journées franciliennes de recherche opérationnelle, juin 2006.
- Journées « polyèdres et optimisation combinatoire », juin 2006.
- Séminaire du Groupe de recherche en ordonnancement théorique et appliqué, mai 2006.
- Congrès de la Roadéf, fév. 2006.

Contributions au tissu scientifique



- > Enseignement :
 - Génie logiciel à l'École nationale supérieure de techniques avancées, Paris (30 h par an, depuis 2007).
 - Recherche opérationnelle à l'université de technologie de Compiègne (2 h par an, depuis 2005).
- > Articles de vulgarisation :
 - Algorithmique répartie (*La Recherche* n° 418, 2008).
 - Preuve de programmes (*La Recherche* n° 412, 2007).
 - Approche polyédrale (*L'Ouvert* n° 115, 2007).
 - Programmation linéaire (*La Recherche* n° 407, 2007).
 - Résolution de Sudokus (*Quadrature* n° 62, 2006, et n° 63, 2007).
- > Rapporteur pour divers journaux et conférences.
- > Sociétés savantes :
 - Membre de la Roadéf, de l'IEEE et de l'*IEEE Computer Society*.

