



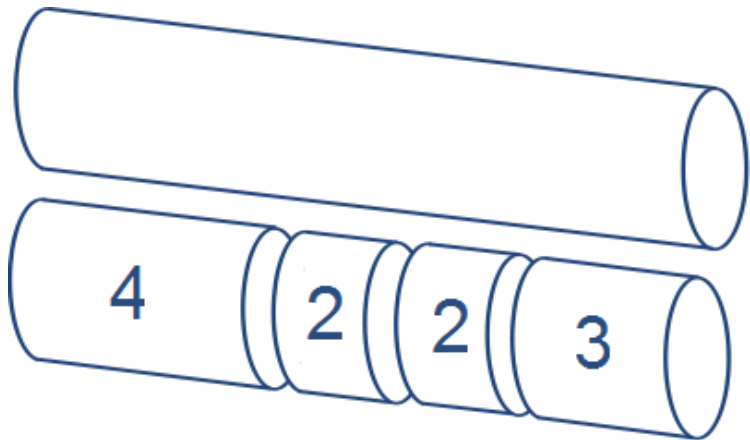
www.localsolver.com

Modélisation de type « génération de colonnes » pour LocalSolver et applications industrielles



Rappel sur la génération de colonnes

Problème de roll cutting : une usine produit des rouleaux de taille fixe, qu'il faut redécouper en bobines de tailles plus petites.



But : pour une commande donnée, on souhaite minimiser le nombre de rouleaux à utiliser.

Première formulation :

- Décisions : Nombre de bobines d'une taille donnée à découper dans un rouleau
- Contrainte : Ne pas dépasser la taille des rouleaux
- Objectif : Minimiser le nombre total de rouleaux pour satisfaire la commande



Rappel sur la génération de colonnes

Formulation étendue :

Reformulation sous la forme d'un problème de set-covering

On pré-génère l

Par exemple av
possibles sont 5

- Décisions : n
- Objectif : mi
- La contrainte disparaît

Les formulations étendues ne se limitent pas à la PLNE

ille 10, des patrons

commande

Génération de colonnes :

Dans cet exemple, l'ensemble des patrons peut être trop grand pour un solveur PLNE.

- Idée générale : Introduire uniquement les patrons les plus intéressants au fur et à mesure de la résolution.
- Amène à résoudre des sous-problèmes de sac-à-dos.



LocalSolver : 1^{er} solveur à base de recherche locale

Solveur pour l'optimisation combinatoire

- Formalisme de modélisation mathématique simple
- Solveur model&run : aucun code, pas de paramétrage, juste le modèle
- Permet d'attaquer des problèmes combinatoires de grande taille
- Fournit de bonnes solutions en des temps très courts
- Traite des problèmes fortement non linéaires

Solveur basé sur la recherche locale

- Mouvements basés sur l'hypergraphe décisions/contraintes
- Evaluation incrémentale : millions de mouvements par minute
- Recuit simulé adaptatif, randomisé, parallélisé, avec restart



Formulations étendues appliquées à la recherche locale

Les formulations étendues génèrent des modèles plus simples

- par exemple lorsque le modèle métier est très riche

L'espace de recherche défini est plus dense.

- Densité plus forte de solutions faisables
- Passage d'une solution à une autre en changeant peu de variables

Séparation du modèle métier de l'optimisation

- Evolutivité et maintenance facilitées

Les formulations étendues sont
particulièrement adaptées à la recherche locale



Application sur un problème industriel

Exemple : problème de planification prévisionnelle de travaux de maintenance pour des réseaux d'éclairage public.

- Problème posé par ETDE
- Planification sur le long terme les interventions travaux sur les équipements d'une ville (candélabre, feux tricolores).
- Planification sur des durées de 20 ans ou plus avec granularité au trimestre.

Décisions à prendre pour chaque rue :

- Choisir une date de curatif
- Choisir une date des travaux
- Choisir une configuration à installer pendant les travaux (3 choix possibles)



Application sur un problème industriel

Contraintes à respecter :

- Disponibilité de la main d'œuvre
- Lissage des dépenses ou des travaux
- Vétusté des équipements à ne pas dépasser
- ...

Objectifs (dépendent du montage financier retenu)

- Maximiser le revenu
- Minimiser le loyer payé par la ville
- Minimiser la durée du contrat
- Minimiser l'emprunt



Application sur un problème industriel

Modélisation directe :

pour chaque rue : une variable pour la date de décoratif, une variable pour la date des travaux, une variable pour le choix de la configuration

Obstacles:

- Beaucoup de données et de paramètres : taux de panne des équipements, pertes d'éclairage, maintenance périodique, produits et frais financiers, ...
- Le choix de la date des travaux et du curatif a un impact très important sur l'ensemble des opérations de maintenance, des coûts liés à la main d'œuvre, l'énergie, ...
- Exemple : générer les interventions de maintenance périodique est un casse tête en partant de la date des travaux.



Application sur un problème industriel

Formulation étendue :

- Reformulation sous la forme d'un problème de couverture
- Pour chaque rue : on considère tous les triplets <date curatif, date travaux, configuration>.
- Pour chaque triplet : on simule l'ensemble des coûts associés à la rue.
- Coûts pour chaque triplet : tableaux représentant les coûts imputés à la rue à chaque trimestre, pour divers postes de dépenses.

Décisions :

- Ensemble des triplets pour toutes les rues.
- Un seul triplet doit être choisi pour chaque rue.

Autres contraintes et objectifs identiques.



Application sur un problème industriel

Sur machine standard (4 Go de RAM), LocalSolver peut traiter des villes à plusieurs milliers de rues sur des durées de 25 ans, soit plus de 2 millions de triplets qui correspondent à 2 millions de variables de décision.

Si on souhaite traiter de plus grosses instances ?

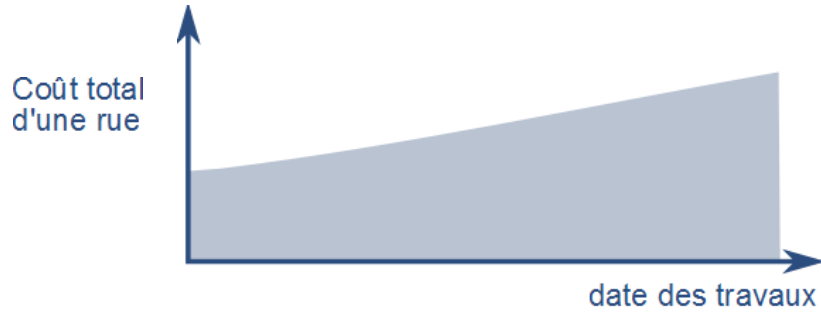
Solution : ne pas introduire tous les triplets

Plusieurs politiques possibles :

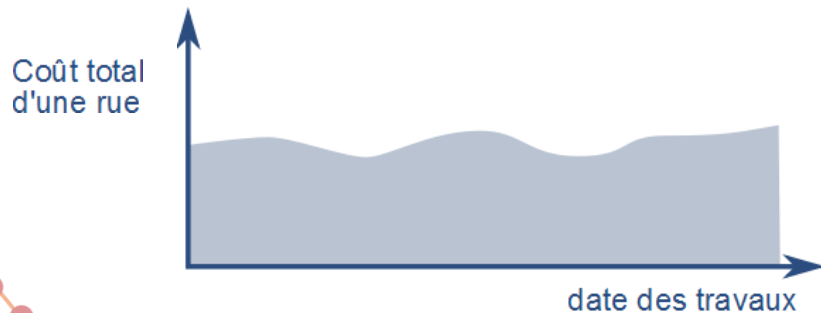
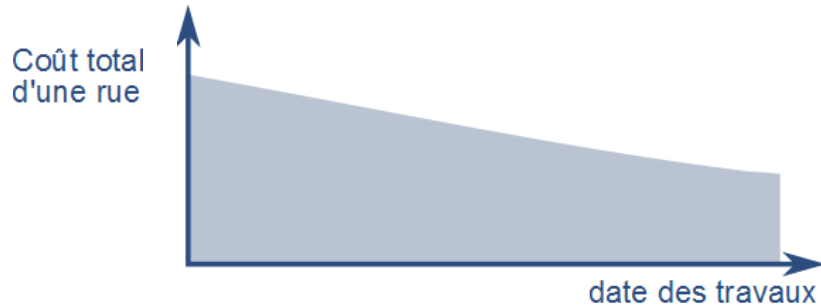
- Supprimer aléatoirement des triplets (n'en garder que 70% par exemple)
- Discrétiser la date des travaux sur des intervalles plus grands
- Utiliser une heuristique dédiée au problème.



Application sur un problème industriel



On peut résoudre itérativement le problème en augmentant la granularité des intervalles autour des périodes qui semblent prometteuses.



Application sur un problème de table layouting

Document processing : dans un tableau une case de texte a plusieurs configurations *hauteur x largeur* possibles.

LocalSolver : mathematical programming by local search

29 x 82

LocalSolver : mathematical programming by local search

34x 61

LocalSolver : mathematical programming by local search

45x 43

Comment choisir la configurations de chaque case de façon à minimiser la hauteur du tableau (sa largeur étant limitée) ?



UNIVERSITY of LIMERICK

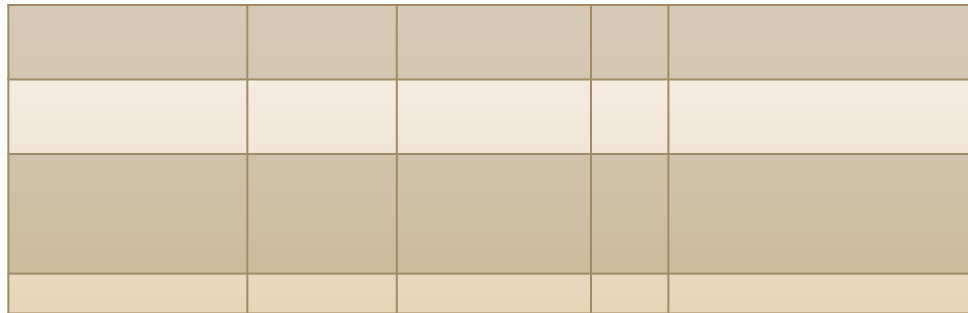
OLLSCOIL LUIMNIGH

Application sur un problème de table layouting

Première modélisation : 1 variable de décision par configuration (largeur, hauteur) possible pour chaque cellule

Formulation étendue :

- On remarque qu'à partir de la largeur d'une colonne on peut déterminer la hauteur minimum de chacune de ses cellules.
- 1 variable de décision par largeur possible pour chaque colonne
- Conséquence : en changeant une variable de décision, LocalSolver va changer la hauteur et la largeur de toutes les cellules dans la colonne



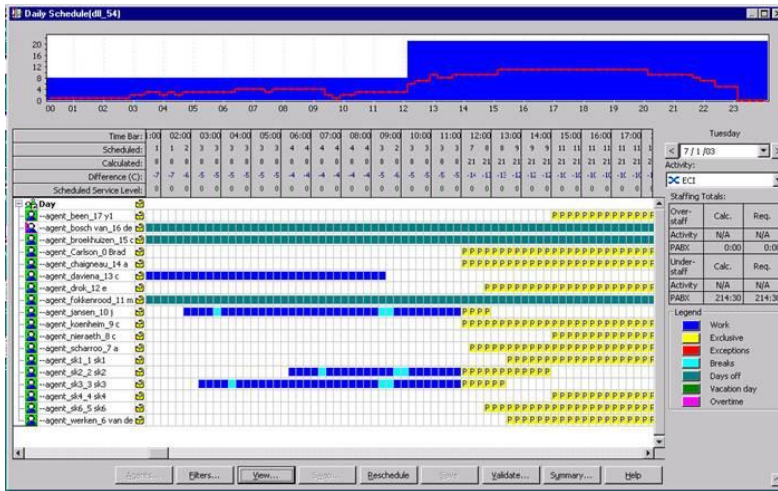
Exemple de formulation étendue non linéaire

Les formulations étendues ne se limitent pas aux problèmes linéaires

- La recherche locale, contrairement à la PLNE, permet de traiter des problèmes fortement non-linéaires sans passer par des techniques de linéarisation

Exemple : problème de planification de personnel

- Problème industriel rencontré par un client de notre partenaire japonais MSI



- Génération de tous les shifts possibles (début, fin) en fonction des contraintes
- Objectif non obligatoirement linéaire
- Pas besoin de linéariser les contraintes logiques
- Peut coexister avec une partie du modèle non étendue.



Les formulations étendues :

- ne se limitent pas à la PLNE
- sont particulièrement adaptées à la recherche locale et à LocalSolver
- ne se limitent pas aux problèmes linéaires





www.localsolver.com