

Génération d'emploi du temps de façon évolutive dans le cadre du challenge FRANCORO V / ROADEF 2007

Marc-Antoine Boryczka

ma.boryczka@gmail.com

1 Résumé du problème

Dans le cadre du challenge ROADEF 2007, France-Telecom propose un problème de planification d'interventions.

Les données fournies sont :

- un nombre de domaines de compétences
- un nombre de niveaux par domaine de compétence
- un budget alloué permettant d'externaliser certaines interventions
- une liste de techniciens avec pour chacun :
 - le niveau dans chacun des domaines
 - les jours d'indisponibilité
- une liste d'interventions avec pour chacune :
 - le nombre de techniciens requis pour chaque niveau de chaque domaine
 - la priorité (allant de 1 à 4)
 - la durée
 - le coût si celle-ci était externalisée
 - la liste des interventions devant impérativement être terminées préalablement à celle-ci

Il s'agit de composer des équipes de techniciens afin de traiter les interventions ou alors de les externaliser.

Les données souhaitées (soit l'emploi du temps) sont :

- les équipes constituées pour chaque jour couvert par l'emploi du temps
- la liste des interventions traitées par une équipe avec pour chacune :
 - le jour et le moment de la journée où elle sera traitée
 - l'équipe attribuée

Pour qu'un emploi du temps soit valable, il convient de respecter les conditions suivantes :

- un technicien :
 - peut travailler pour un niveau inférieur au sien dans un domaine
 - s'il est indisponible pour un jour donné est affecté à l'équipe 0 de ce jour (cette équipe ne peut bien sûr pas traiter d'interventions)
 - ne peut être employé qu'une seule fois dans un domaine que ce soit à son niveau ou moins au cours d'une intervention
 - peut être employé dans plusieurs domaines différents au cours d'une intervention
- une équipe :
 - ne peut faire qu'une seule intervention à la fois
 - doit répondre aux exigences d'une intervention qui lui est affecté en terme de nombre de techniciens requis pour chaque niveau de chaque domaine
 - est formée pour une journée complète
- une intervention :
 - doit être traitée ou externalisée
 - ne peut être traitée avant la fin de celles qui sont déclarées comme étant ses prédécesseurs (s'il y en a)
 - ne peut être externalisée si elle fait partie des prédécesseurs d'une intervention qui ne l'est pas

- le budget pour les interventions externalisées doit être respecté
- un jour possède une durée fixe (Hmax)

Le but étant de fournir un emploi du temps le plus pertinent possible. Cette pertinence est déterminée en calculant un score qui se doit d'être le plus petit possible :

$$score = t1 \cdot 28 + t2 \cdot 14 + t3 \cdot 4 + t4$$

Où t1, t2 et t3 sont les temps auxquels les dernières interventions de priorité 1, 2 et 3 se finissent. t4 est le temps auquel l'emploi du temps se finit.

2 Résolution

2.1 Introduction

La méthode choisie pour traiter ce problème est basée sur une génération aléatoire d'emplois du temps. Les meilleurs d'entre eux sont clonés, améliorés et modifiés aléatoirement, ceux qui s'avèrent peu performants sont abandonnés. Ainsi, ces nouveaux emplois du temps concourent entre eux et avec les meilleurs du cycle précédent. Ainsi de suite jusqu'à la fin du temps imparti.

Un panel contient 5 emplois du temps.

Un emploi du temps contient une liste d'équipe pour chaque jour (sur autant de jours nécessaires pour que toutes les interventions soient attribuées)

2.2 Initialisation

Au cours de celle-ci, une des étapes est le tri des interventions par précédence puis par priorité. Par ailleurs, il faut également créer 5 panels de calcul (VPC) et 1 panel candidat (PR)

Création d'un panel :

création de 5 emplois du temps (une ou deux équipes aléatoires par jour plus l'équipe 0)
pour chaque emploi du temps

- détermination aléatoire des interventions à externaliser (dans la limite du budget)
- les interventions de priorité identique sont placées aléatoirement dans la liste de façon à varier l'ordre lors des attributions (*calcul-et*)

Comme un panel venant d'être créé ou réinitialisé contient un emploi du temps encore non optimisé, on utilise les panels de calculs permettant ainsi de développer de nouvelles pistes d'emploi du temps, quelques cycles durant, évitant ainsi une confrontation perdue d'avance avec le meilleur emploi du temps de PR.

2.3 Boucle principale

Il s'agit ici de sélectionner et de conserver les meilleurs emplois du temps.

tant que le temps imparti n'est pas écoulé

- on applique la procédure *calcul-panel* sur tous les panels PC de VPC et remplacement de PR par PC si $PC.score > PR.score$ et réinitialisation de PC
- si le score d'un PC n'évolue pas ou que un nombre maximum de cycles propre à PC est atteint alors PC est réinitialisé
- on applique la procédure *calcul-panel* sur PR
- sauvegarde du meilleur emploi du temps de PR

2.4 Procédure *calcul-panel*

C'est ici que les interventions sont améliorées.

on applique la procédure *calcul-et* sur tous les emplois du temps du panel

on garde le meilleur emploi du temps

remplacement des autres par une variante du gagnant

1. amélioration : aléatoirement peuvent se voir réinitialisés ou être copiées sur le meilleur
 - les interventions à externaliser
 - le placement aléatoire des interventions de même priorité
 - les paramètres de chaque liste d'équipe de l'emploi du temps (aléatoirement fm de 0 à $H_{max} * 0.6$ et fd de 60 à 100))
2. fusion entre elles des équipes peu productives $hdeb < fm$ ($hdeb$ correspond au temps occupé dans la journée)
3. division aléatoire des autres en deux équipes si $fd < nombre\text{-}aléatoire(0..100)$

2.5 Procédure *calcul-et*

Cette procédure permet d'attribuer les équipes aux interventions ainsi que de calculer le score.

pour toutes les interventions (I) à attribuer (triées par précédence et par priorité)

- pour chaque jour à partir de du premier jour possible selon les prédécesseurs et tant que l'intervention n'est pas attribuée
- pour chaque équipe (E) du jour (triées par heure de disponibilité)
 - si l'heure à laquelle E est libre est \geq à celle de fin des prédécesseurs de I
 - et si E possède les techniciens permettant de répondre aux exigences de I
 - affectation de I à E

calcul du score

3 Résultats

Pour chacun des instances que se soit du set A ou du set B, les calculs sont effectués 10 fois afin de pouvoir calculer une moyenne et un écart type puisque l'algorithme est aléatoire.

Pour le set A, le temps accordé pour un calcul est de 50 secondes pour les interventions de 1 à 6 et de 150 secondes pour celles de 7 à 10.

Comme la qualité du résultat est dépendante du nombre de cycles durant un calcul, en un temps donné, la puissance de la machine exécutant le programme joue un grand rôle. Pour ces calculs, un ordinateur cadencé à 3 Ghzs a été utilisé.

TAB. 1. Set A

	Moyenne	Ecart-type
data 1	2550	0
data 2	4755	0
data 3	16431	694,56
data 4	14724	341,99
data 5	39689	1171,55
data 6	26778	1302,07
data 7	45328	1483,76
data 8	28082	1138,75
data 9	48285	2560,59
data 10	62832	2137,2

Pour le set B, le temps accordé pour chaque calcul est de 200 secondes.

TAB. 2. Set B

	Moyenne	Ecart-type
data 1	85728	3070,74
data 2	32438	1981,77
data 3	42536	1883,53
data 4	57536	2141,95
data 5	174369	4386,05
data 6	54050	1979,13
data 7	66516	1939,53
data 8	73020	3709,56
data 9	53118	1311,45
data 10	69228	1910,32

4 Conclusion

Ne pouvant comparer la performance de cette méthode dans l'absolu, il existe un point qui serait peut-être profitable d'améliorer en divisant les équipes de façon plus déterministe en fonction de l'adéquation entre leur potentiel et les exigences de l'intervention attribuée.