

# Amélioration des bornes inférieures pour le problème d'emploi du temps ITC-2007

Una Benlic et Jin-Kao Hao

LERIA, Université d'Angers, 2 Boulevard Lavoisier, 49045 Angers, France

benlic@info.univ-angers.fr, hao@info.univ-angers.fr

**Mots-Clfs** : *bornes, partitionnement, emploi du temps, recherche locale*

## 1 Introduction

Cette présentation s'intéresse au calcul de bornes inférieures pour le problème d'emploi du temps, proposé pour le concours ITC-2007. Le concours ITC-2007 a motivé le développement de plusieurs approches heuristiques pour traiter ce problème. Ces solutions heuristiques donnent des bornes supérieures à ce problème de minimisation. Cependant, des bornes inférieures sont nécessaires pour estimer la qualité des solutions. Jusqu'à présent, peu des travaux de recherche ont été effectués sur les bornes inférieures du problème d'emploi du temps ITC-2007. Dans ce travail nous présentons une nouvelle approche basée sur le partitionnement, qui améliore les meilleures bornes inférieures actuelles.

## 2 Description du problème

Le problème d'emploi du temps universitaire ITC-2007 [2], consiste à assigner un certain nombre de cours ou d'événements à un nombre de créneaux limitées de telle façon qu'un nombre de contraintes, dures et faibles, sont satisfaites.

Contraintes dures (contraintes à respecter impérativement) :

**H1** Chaque cours d'une matière doit être planifié pour les créneaux différentes.

**H2** Deux cours ne doivent pas avoir lieu dans la même salle en même temps.

**H3** Les cours d'un cursus ou les cours enseignés par le même enseignant ne doivent pas avoir lieu en même temps.

**H4** Si l'enseignant n'est pas disponible pour donner un cours pendant un certain temps, alors ce cours doit être planifié pour un autre créneau.

Contrainte facultative (contrainte à respecter dans la mesure du possible ; chaque contrainte violée se voit attribuer une pénalité) :

**S1** Pour chaque cours, le nombre d'étudiants doit être inférieur au nombre de places dans la salle.

**S2** Les cours d'une matière devraient être étendus sur un certain nombre de jours.

**S3** Les cours du même cursus devraient avoir lieu dans des créneaux consécutifs.

**S4** Tous les cours d'une matière devraient avoir lieu dans la même salle.

L'objectif du problème consiste à minimiser une somme des pénalités pondérées des contraintes S1-S4 violées.

### 3 Méthode de résolution

Nous proposons une approche, basée sur le partitionnement, qui améliore les meilleures bornes inférieures actuelles dans un temps de calcul acceptable. Cette approche, basée sur le principe de la méthode "diviser pour régner" et s'inspirant du travail présenté dans [3], est utilisée conjointement avec la recherche locale itérative. On divise le problème d'emploi du temps initiale en un nombre de sous-problèmes avec la recherche locale itérative. Par cela, on relâche les contraintes qui relient les sous-problèmes. Ensuite, on représente chaque sous-problème sous une forme de programme linéaire, avec la formulation de Lach et Lübbecke [1]. Enfin, on résout ces sous-problèmes de la manière exacte avec un solveur (dans notre cas, il s'agit du solveur non-commercial COIN-OR Cbc-2.2.2). La somme de bornes inférieures de ces sous-problèmes donne une borne inférieure pour le problème initiale.

### 4 Test et validation

Le tableau 1 affiche les meilleures bornes inférieures obtenus avec notre approche pour les 14 premières jeux de test. Les colonnes présentent respectivement : des meilleures bornes supérieures bUB et inférieures bLB actuelles [2], l'écart entre bUB et bLB, les meilleures bornes inférieures obtenus avec l'approche basée sur le partitionnement rLB, et l'écart entre bUB et rLB.

Inst.	bUB	bLB	gap (%)	rLB	gap (%)	Inst.	bUB	bLB	gap (%)	rLB	gap (%)
comp01	<b>5</b>	<b>5</b>	0.00	4	20.00	comp08	<b>37</b>	<b>37</b>	0.00	<b>37</b>	0.00
comp02	24	10	58.33	12	50.00	comp09	96	66	31.25	85	11.45
comp03	66	38	42.42	42	36.36	comp10	<b>4</b>	<b>4</b>	0.00	<b>4</b>	0.00
comp04	<b>35</b>	<b>35</b>	0.00	<b>35</b>	0.00	comp11	<b>0</b>	<b>0</b>	0.00	<b>0</b>	0.00
comp05	292	114	60.96	183	37.33	comp12	310	53	82.90	131	57.74
comp06	28	16	42.86	24	14.28	comp13	<b>59</b>	48	18.64	<b>59</b>	0.00
comp07	<b>6</b>	<b>6</b>	0.00	<b>6</b>	0.00	comp14	<b>51</b>	<b>51</b>	0.00	<b>51</b>	0.00

Tableau 1 : Les meilleures bornes inférieures obtenus avec l'approche basée sur le partitionnement

### Références

- [1] G. Lach and M.E. Lübbecke. Curriculum Based Course Timetabling : Optimal Solutions of the Udine Benchmark Instances. *Practice and Theory of Automated Timetabling*, 2008.
- [2] A. Bonutti. Curriculum-Based Course Timetabling. Retrieved October 2009, from <http://tabu.diegm.uniud.it/ctt/index.php>
- [3] M. Vasquez and J.K. Hao. Upper Bounds for the SPOT 5 Daily Photograph Scheduling Problem. *Journal of Combinatorial Optimization*, 7(1) : 87–103, 2003.