

Institut Francophone International (IFI)



ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VNU
Since 1906



INSTITUT
FRANCOPHONE
INTERNATIONAL

Cours de Programmation par Contrainte

Professeur : Dung Pham Quang

**TP2: Solve the extended Balanced Academic Curriculum Problem
(BACP)**

Préparé par :

ELIODOR Ednolson Guy Mirlin – P21

Date : 19 Septembre 2017

1- Introduction

Le problème de BACP a reçu beaucoup d'attention ces derniers jours dans le domaine de la programmation par contrainte. Ce problème est récurrent dans les universités. L'objectif est de programmer les cours qu'un étudiant doit suivre afin de respecter les contraintes préalables entre les cours et d'équilibrer autant que possible la charge de travail de chaque période. Ce problème a été introduit dans [Castro et Manzano, 2001] et abordé également dans [Hnich et al., 2002]. Il a également été étudié dans [Hnich et al., 2004] avec une approche hybride CP / ILP.

L'horizon de planification du BACP est divisé en années académiques, et chaque année académique est divisée en des périodes d'enseignement dans lesquelles les cours peuvent avoir lieu. Le problème consiste à trouver une affectation de cours à des périodes qui répondent à certaines limites de charge, crédit et conditions préalables.

a. Spécification du problème

Dans notre cas, nous aurons à résoudre ce problème :

Il existe n cours allant de 1 à n qui doivent être attribués dans une séquence de semestres allant de 1 à p . Chaque cours i a $c(i)$ crédits, pour tout i allant de 1 à n . L'information de prérequis est représentée par un ensemble L de pair (i, j) dans lequel le cours i doit être attribué strictement avant cours j . Il existe t professeurs (1, 2, ..., t). Les constantes données A, B, C, D, E .

Mise en place d'un horaire pour les professeurs est une affectation d'une période et un enseignant à chaque cours.

1- Formulation du modèle mathématique

Afin de mieux formuler notre modèle mathématique pour ce problème donné, il est nécessaire de préciser les contraintes que doivent respecter notre modèle. Suivant le libellé qui nous a été proposé, nous avons à respecter les contraintes suivantes :

- 1- Le nombre de crédits de cours de chaque semestre doit être supérieur ou égal à A et inférieur ou égal à B
- 2- Le nombre de cours attribués à chaque semestre doit être supérieur ou égal à C et inférieur ou égal à D
- 3- Contrainte sur la condition préalable (Prérequis)
- 4- Chaque enseignant enseigne au maximum un cours par semestre
- 5- Le nombre de cours assignés à chaque enseignant doit être inférieur ou égal à E

Où :

A est égal au nombre minimal de crédit par semestre

B est égal au nombre maximal de crédit par semestre

C est égal au nombre minimal de cours par semestre

D est égal au nombre maximal de cours par semestre

E est égal au nombre de cours

a. Mise en place des contraintes

$$1- \forall P = 0, \dots m - 1, \text{minimumCredit} \leq \sum_{i=0}^{n-1} Y[i, n] * c[i] < \text{maximumCredits}$$

$$2- \text{minimumCours} \leq \sum_{i=0}^{n-1} Y[i, n] \leq \text{maximumcours} \quad \forall p = 0, 1 \dots m - 1$$

$$3- \begin{aligned} xi = p \text{ implique } y[i, p] &= 1 \\ xi \neq p \text{ implique } y[i, p] &= 0 \end{aligned}$$

$$4- \forall (i, j) \in L, X_i \leq X_j,$$

$$5- \forall i, j, k (y[i][j] \wedge y[k][j]=1 \wedge (i \neq k) \text{ Implique } B[i] \neq B[k] \quad \forall i=0 \dots n-1, j=0 \dots p-1, k=0 \dots n-1$$

$$6- \text{maxCoursParProfesseur} \geq \sum_{i=0}^T T[i, t]; \quad \forall t = 0, \dots \text{nombreprofesseur} - 1$$

2- Présentation et Analyse du modèle en CHOCO

L'implémentation de ce modèle et de sa solution s'est faite en utilisant la librairie CHOCO. Ainsi, notre application prend en compte les entrées à partir d'un fichier .txt placé dans le workspace de notre projet. Ceci dit, suivant le format des fichiers on a :

1. La première ligne qui contient le nombre de cours ainsi que le nombre de semestre ;
2. La deuxième ligne représente respectivement le minimum et le maximum de crédit alloués pour chaque semestre.
3. La troisième ligne contient le minimum et le maximum de cours alloué pour chaque semestre
4. La quatrième ligne contient le nombre de chaque cours
5. La cinquième ligne contient le k paire des listes de précédences
6. La sixième ligne contient la liste des paires de précedence de cours

7. La septième contient le nombre de professeur et le nombre maximum de cours assigné à chaque professeur.

a. Implémentation avec CHOCO

Afin d'implémenter notre solution avec Java, nous avons utilisé la librairie CHOCO. Le code se trouve attaché avec le rapport et se nomme donc BACPChoco.java et il est précisé qu'on a respecté au maximum les contraintes demandées dans le libellé du problème.

3- Résultats des expérimentations

Ci-dessous la capture d'écran de la console de la solution et le fichier .html généré pour le fichier ex-bacp-c20-p5-t5.inp

```

Periode : 0
Cours : 0      Professeur : 0
Cours : 5      Professeur : 2
Cours : 13     Professeur : 3

Periode : 1
Cours : 1      Professeur : 0
Cours : 4      Professeur : 1
Cours : 19     Professeur : 4

Periode : 2
Cours : 2      Professeur : 0
Cours : 6      Professeur : 1
Cours : 8      Professeur : 2
Cours : 12     Professeur : 3
Cours : 15     Professeur : 4

Periode : 3
Cours : 3      Professeur : 1
Cours : 7      Professeur : 3
Cours : 11     Professeur : 2
Cours : 16     Professeur : 4

Periode : 4
Cours : 9      Professeur : 1
Cours : 10     Professeur : 2
Cours : 14     Professeur : 3
Cours : 17     Professeur : 0
Cours : 18     Professeur : 4

```

THE EXTENDED BALANCED ACADEMIC CURRICULUM PROBLEM

Generate Schedule from BACPChoco.java et le fichier data/ex-bacp-c20-p5-t5.inp

Periode 0			Periode 1			Periode 2			Periode 3			Periode 4		
Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits
0	0	2	1	0	2	2	0	2	3	1	2	9	1	2
5	2	2	4	1	2	6	1	2	7	3	2	10	2	2
13	3	2	19	4	2	8	2	2	11	2	2	14	3	2
						12	3	2	17	0	2	17	0	2
						15	4	2	16	4	2	18	4	2

Ci-dessous la capture d'écran de la console de la solution trouvée et le fichier .html généré pour le fichier ex-bacp-c25-p5-t5.inp

Periode : 0
 Cours : 1 Professeur : 0
 Cours : 7 Professeur : 1
 Cours : 13 Professeur : 2
 Cours : 14 Professeur : 3
 Cours : 16 Professeur : 4

Periode : 1
 Cours : 3 Professeur : 0
 Cours : 6 Professeur : 1
 Cours : 12 Professeur : 2
 Cours : 15 Professeur : 3
 Cours : 18 Professeur : 4

Periode : 2
 Cours : 0 Professeur : 0
 Cours : 5 Professeur : 1
 Cours : 9 Professeur : 2
 Cours : 11 Professeur : 3
 Cours : 21 Professeur : 4

Periode : 3
 Cours : 2 Professeur : 0
 Cours : 8 Professeur : 1
 Cours : 10 Professeur : 2
 Cours : 17 Professeur : 3
 Cours : 19 Professeur : 4

Periode : 4
 Cours : 4 Professeur : 0
 Cours : 20 Professeur : 2
 Cours : 22 Professeur : 3
 Cours : 23 Professeur : 4
 Cours : 24 Professeur : 1

THE EXTENDED BALANCED ACADEMIC CURRICULUM PROBLEM

Generate Schedule from BACPChoco.java et le fichier data/ex-bacp-c25-p5-t5.inp

Periode 0			Periode 1			Periode 2			Periode 3			Periode 4		
Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits
1	0	1	3	0	2	0	0	2	2	0	2	4	0	1
7	1	3	6	1	2	5	1	2	8	1	3	20	2	1
13	2	2	12	2	3	9	2	2	10	2	2	22	3	3
14	3	3	15	3	3	11	3	3	17	3	3	23	4	3
16	4	2	18	4	2	21	4	2	19	4	1	24	1	2

Ci-dessous la capture d'écran de la console de la solution trouvée et le fichier .html généré pour le fichier ex-bacp-c27-p3-t10.inp

Periode : 0

Cours : 1 Professeur : 0
Cours : 13 Professeur : 1
Cours : 14 Professeur : 2
Cours : 15 Professeur : 3
Cours : 16 Professeur : 4
Cours : 25 Professeur : 5

Periode : 1

Cours : 0 Professeur : 0
Cours : 3 Professeur : 1
Cours : 6 Professeur : 2
Cours : 12 Professeur : 3
Cours : 18 Professeur : 4
Cours : 26 Professeur : 5

Periode : 2

Cours : 2 Professeur : 0
Cours : 4 Professeur : 1
Cours : 5 Professeur : 2
Cours : 7 Professeur : 6
Cours : 9 Professeur : 4
Cours : 11 Professeur : 4
Cours : 21 Professeur : 4

Periode : 3

Cours : 8 Professeur : 8
Cours : 10 Professeur : 6
Cours : 17 Professeur : 9
Cours : 19 Professeur : 4
Cours : 20 Professeur : 3
Cours : 22 Professeur : 7
Cours : 23 Professeur : 8
Cours : 24 Professeur : 5

THE EXTENDED BALANCED ACADEMIC CURRICULUM PROBLEM

Generate Schedule from BACPChoco.java et le fichier data/ex-bacp-c27-p3-t10.inp

Periode 0			Periode 1			Periode 2			Periode 3		
Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits	Cours	Enseignants	Credits
1	0	1	0	0	2	2	0	2	8	8	3
13	1	2	3	1	2	4	1	1	10	6	2
14	2	3	6	2	2	5	2	2	17	9	3
15	3	3	12	3	3	7	6	3	19	4	1
16	4	2	18	4	2	9	4	2	20	3	1
25	5	2	26	5	3	11	4	3	22	7	3
						21	4	2	23	8	3
									24	5	2

4- Conclusion

Nous avons conçu un modèle permettant de résoudre ce problème tout en respectant les contraintes fixées. Pour représenter les contraintes, nous avons donné une formulation mathématique du problème à résoudre et l'implémenter suivant la librairie CHOCO. Nous avons donc mis en place un fichier html permettant de mieux observer les résultats