

# Problème de l'emploi du temps

## *Cahier des charges proposé par*

*Carole Bernon, Marie-Pierre Gleizes, Pierre Glize, Gauthier Picard*

*Equipe SMAC - IRIT - Toulouse*

## 1. Introduction

Dans ce document, nous proposons de réaliser une application capable de résoudre le problème de l'emploi du temps, ce problème :

- est complexe, c'est typiquement un problème de résolution de contraintes, NP-Complet, dont la solution n'est pas, a priori, connue dans le cas général ;
- nécessite, pour fournir une solution, d'être capable de s'adapter pour réagir aux changements dynamiques de l'environnement. Dans la variante 3 proposée ci-dessous, nous mettons en avant le fait que des changements peuvent intervenir en temps réel.
- demande une recherche collective de la solution ;
- n'est pas un problème de simulation, il ne s'agit pas de recréer virtuellement le comportement d'un « organisme » existant mais de fournir plutôt une expertise.

Nous pensons que ce type de problème peut nous amener à réfléchir sur certaines problématiques essentielles telles que :

- comment mettre en œuvre de toutes les étapes d'une méthodologie orientée (multi-)agent ?
- comment identifier les agents à utiliser dans la résolution d'un problème ?
- comment prendre en compte un environnement ouvert : ici, comment gérer l'ajout ou la disparition de contraintes en temps réel ?
- comment gérer le fait que l'environnement est dynamique et que le système à mettre en œuvre doit être capable de s'adapter en conséquence ?
- comment juger de la « qualité » de la solution ?

## 2. Présentation générale du problème

Les acteurs (au sens UML) mis en jeu sont les suivants :

- des enseignants ;
- des groupes d'étudiants ;
- des salles.

Chacun de ces acteurs possède (individuellement) des contraintes devant être remplies (au mieux).

Un enseignant possède des contraintes portant sur :

- des disponibilités (jour de la semaine, tranche horaire, ...) ;
- des compétences (enseignement précis, ...) ;
- le besoin de matériel pédagogique particulier (rétroprojecteur, vidéoprojecteur, salle de TP, ...).

Un groupe d'étudiants doit suivre un enseignement particulier constitué d'un certain nombre de créneaux horaires pour certains matières d'enseignements (X créneaux de la matière 1, Y de la matière 2, ...).

Une salle est munie ou non d'équipements particuliers (rétroprojecteur, vidéoprojecteur, salle de TP, ...) et peut-être occupée ou non durant une tranche horaire, un certain jour.

On suppose que pour chacun des acteurs, les contraintes sont données sous la forme d'une liste. L'ordre d'une contrainte dans la liste précise son importance relative, ainsi, la première contrainte donnée peut, si cela est possible, être plus facilement relâchée que la dernière.

Le problème à résoudre consiste à concilier toutes ces contraintes pour proposer un emploi du temps sur une certaine durée.

### 3. Scénarii proposés

Afin de pouvoir comparer les différentes solutions mises en œuvre pour résoudre ce problème, nous proposons un scénario typique. Trois variantes sont proposées, elles permettent d'introduire une gradation dans la complexité de l'emploi du temps à établir.

Pour chacune des variantes proposées ci-dessous, nous fournissons une solution possible qui n'est certainement pas unique mais permet de clarifier un peu le problème.

#### 3.1. Variante 1 : cas de base, résolution possible sans relâcher les contraintes

Dans un premier temps, on simplifie en supposant que l'on manipule des créneaux horaires de 2h : 8h-10h, 10h-12h, 14h-16h, 16h-18h et que l'on doit trouver un emploi du temps sur deux jours : j1, j2.

Trois enseignants e1, e2 et e3 enseignent chacun une matière spécifique et leurs impossibilités d'enseignement sont les suivantes :

- e1 ne peut enseigner le jour j1 de 16h à 18h et le jour j2 de 14h à 16h.
- e2 ne peut enseigner le jour j2 de 10h à 12h et le jour j1 de 16h à 18h.
- e3 ne peut enseigner le jour j1 de 14h à 16h et le jour j2 de 8h à 10h.

On considère trois groupes d'étudiants g1, g2 et g3. Chacun d'eux doit suivre, sur ces deux jours, deux enseignements de 2h effectués par chacun des enseignants e1, e2 et e3 (soit, pour chaque groupe, 12h d'enseignement au total).

Pour l'instant, on suppose que le système n'a pas à gérer la disponibilité des salles : on dispose d'une salle par groupe. On suppose aussi que les acteurs ne peuvent pas relâcher de contrainte.

Dans ce cas, une solution possible pourrait être :

Créneau	Groupe g1	Groupe g2	Groupe g3		Groupe g1	Groupe g2	Groupe g3
8h-10h	e1	e3	e2		e1	e2	
10h-12h	e3	e2	e1			e1	e3
14h-16h	e2	e1			e2	e3	e1
16h-18h			e3		e3		e2
	Jour j1				Jour j2		

#### 3.2. Variante 2 : ajout de contraintes sur les salles, résolution possible en relâchant certaines contraintes

On ajoute des contraintes sur les salles. On suppose que trois salles s1, s2 et s3 sont disponibles. Seules les salles s1 et s2 sont munies d'un rétroprojecteur.

La salle s1 n'est pas disponible le jour j1 de 10h à 12h.

La salle s2 n'est pas disponible le jour j2 de 16h à 18h et de 8h à 10h.

La salle s3 n'est pas disponible le jour j2 de 16h à 18h et le jour j1 de 14h à 16h.

Tous les enseignants veulent utiliser un rétroprojecteur au moins une fois pour chaque groupe lors des deux jours.

On suppose qu'un (ou plusieurs) acteur(s) peut(vent) relâcher une(des) contrainte(s) pour proposer une solution.

Dans ce cas, une solution pourrait être :

Créneau	Groupe g1	Groupe g2	Groupe g3		Groupe g1	Groupe g2	Groupe g3
8h-10h	e1/s1	e3/s2	e2/s3		e1/s3	e2/s1	
10h-12h	e3/s2	e2/s3	e1/s1			e1/s1	e3/s2
14h-16h	e2/s1	e1/s2			e2/s3	e3/s1	e1/s2
16h-18h			e3/s1		e3/s2		e2/s1
	Jour j1				Jour j2		

À condition de relâcher la contrainte « salle s1 non disponible le jour j1 de 10h à 12h » pour placer e1/s1 à ce créneau et de relâcher la contrainte « salle s2 non disponible j2 de 16h à 18h » pour placer e3/s2 à ce créneau (on pourrait aussi essayer de relâcher la contrainte « e3 non disponible j2 de 8h à 10h »).

### 3.3. Variante 3 : les contraintes peuvent varier en temps réel, adaptabilité à un environnement dynamique

On ajoute la possibilité de modifier/ajouter des contraintes en temps réel (via une éventuelle interface graphique). Ainsi, un enseignant pourra signaler qu'il est ou non disponible pour un certain créneau horaire, une salle pourra se libérer ou au contraire devenir occupée, ...

Les contraintes pouvant évoluer dynamiquement, il faut être capable de concevoir un système qui soit capable de s'adapter aux changements sans réinitialisation complète du système (multi-agent).

Par exemple, au cours de la recherche d'une solution à l'emploi du temps ci-dessus, l'enseignant e1 signale qu'il ne peut plus assurer un cours le jour j1 de 10h à 12h mais qu'à la place, il est disponible le même jour de 16h à 18h.

Comment le système peut-il résoudre le problème sans interrompre la recherche de la solution et repartir de zéro ?

Une solution serait de demander à l'enseignant e3 de faire cours au groupe g3 le jour j1 de 14h à 16h pour faire passer e1/s1 du créneau 10h-12h ce jour là, au créneau ainsi libéré.

### 3.4. Variante 4 : les acteurs peuvent apparaître/disparaître dynamiquement, ouverture du système

Une éventuelle variante 4 pourrait être proposée pour tester l'adaptabilité du système au fait que le système devient ouvert. De nouveaux acteurs (enseignants, groupes d'étudiants ou salles) peuvent apparaître ou disparaître en temps réel, le système doit être capable de s'adapter à ces nouveaux « imprévus ».