

# Cours MSE3315C : Projets au choix

Ruslan Sadykov

30 novembre 2011

## Règles

- Vous travaillez par binômes (ou seuls).
- Vous rédigez un petit rapport ( $\pm$  3-4 pages).
- Au plus deux binômes peuvent choisir le même projet (le règle est « premier arrivé, premier servi »).
- Vous devez rendre le rapport avant le jour d'examen (une version électronique par e-mail suffit). Joignez la code ou l'incluez dans le rapport.
- Il y a 3 TPs consacrés aux projets. Essayez de venir avec une modélisation du problème choisit au moins au deuxième TP (le 12 Décembre). Je me réserve le droit de baisser la note en cas d'une aide trop importante sur la modélisation .

## Projet 1. Eternity

*Eternity* est un puzzle qui peut rapporter gros (<http://fr.eternityii.com/>)! Vous disposez d'un plateau de taille  $n \cdot m$  et  $n \cdot m$  pièces ayant quatre bords de couleur différente. Le but est de placer les différentes pièces de façon à ce que deux pièces qui se touchent aient la même couleur (la bordure n'a pas de couleur et est représenté par le symbole « - »).

*Le but du projet.* Modélisez ce problème comme un CSP et essayez de le tester suivant proposé à l'aide d'un solveur de votre choix.

*Le test.* Chaque ligne décrit une pièce par quatre lettres qui représentent les couleurs dans le sens des aiguilles d'une montre. - signifie que ce côté doit être adjacent à la frontière.

```
- G R -
V V Y V
A V V Y
Y A V Y
V Y Y V
G - - G
- B V G
Y Y A V
A V Y V
A V V A
B - G Y
R V O -
Y Y V Y
V Y V Y
V V Y Y
Y G - R
- O Y B
Y Y A Y
Y V A V
O - B V
O Y R -
V Y V Y
V Y V V
Y R - B
- O Y O
Y V Y Y
R - O V
R Y B -
V V Y Y
V B - O
- B Y O
R - R V
B Y G -
Y O - G
- - R B
G G - -
```

*Remarque :* C'est important de déterminer une bonne heuristique d'instanciation des variables.

*Note maximum :* 20.

## Projet 2. Affectation d'équipage

Le problème réside dans l'affectation d'équipage (hôtesses de l'air et stewards) aux vols d'une compagnie aérienne.

- Il y a 20 employés. Stewards : *Tom, David, Jeremy, Ron, Joe, Bill, Fred, Bob, Mario, Ed*, hôtesSES de l'air : *Carol, Janet, Tracy, Marilyn, Carolyn, Cathy, Inez, Jean, Heather, Juliet*.
- Il y a 10 vols.
- Nombre de personnes affectées à chaque vol est fixé :

Numéro de vol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre de personnes	4	5	5	6	7	4	5	6	6	7

- Équipage de chaque vol doit inclure au moins certain nombre d'hôtesSES d'air et de stewards :

Numéro de vol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre min d'hôtesSES	1	1	1	2	3	1	1	1	2	3
Nombre min de stewards	1	1	1	2	3	1	1	1	2	3

- Équipage de chaque vol doit inclure au moins une personne qui parle français, au moins une personne qui parle espagnol, et au moins une personne qui parle allemand. Connaissances des langues :

Français    *Inez, Bill, Jean, Juliet*  
 Espagnol    *Tom, Jeremy, Mario, Cathy, Juliet*  
 Allemand    *Bill, Fred, Joe, Mario, Marilyn, Inez, Heather*

- Si on affecte quelqu'un à un vol, on ne peut pas l'affecter aux deux vols suivants.

*Le but du projet.* Modélisez ce problème comme un CSP et le résolvez à l'aide d'un solveur de votre choix. Essayez d'utiliser le plus de contraintes globales.

*Note maximum : 15.*

### Projet 3. Répétition d'un orchestre

Un concert se constitue de 9 pièces de musique. Chaque pièce implique une combinaison de 5 membres de l'orchestre. Les joueurs peuvent arriver immédiatement avant la première pièce dans laquelle ils participe et partir immédiatement après la dernière pièce ils participe. Il faut trouver l'ordre des pièces pour répéter de telle façon que le temps total d'attente pour tous les joueurs soit minimum.

Les données du problème sont présentées dans le tableau suivant. La case  $(i, j)$  contient  $\times$  si joueur  $i$  participe à la pièce  $j$ .

Numéro de la pièce	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Joueur 1	$\times$	$\times$		$\times$		$\times$	$\times$		$\times$
Joueur 2	$\times$	$\times$		$\times$	$\times$	$\times$		$\times$	
Joueur 3	$\times$	$\times$					$\times$	$\times$	
Joueur 4	$\times$				$\times$	$\times$			$\times$
Joueur 5			$\times$		$\times$	$\times$	$\times$	$\times$	
Durée de la pièce	2	4	1	3	3	2	5	7	6

Si l'ordre est  $(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)$ , le temps d'attente pour le joueur 1 est  $11$  ( $1 + 3 + 7$ ), pour le joueur 2 —  $6$  ( $5 + 1$ ), pour le joueur 3 —  $9$  ( $1 + 3 + 3 + 2$ ), pour le joueur 4 —  $20$  ( $4 + 1 + 3 + 5 + 7$ ) et pour le joueur 5 —  $3$ . La durée totale est donc  $49$ .

*Le but du projet.* Modélisez ce problème comme un CSP et le résolvez à l'aide d'un solveur de votre choix. Trouver une bonne heuristique d'instanciation des variables peut être important. Détectez les symétries de votre modèle et les éliminez.

*Note maximum :* 18.

## Projet 4. Mariage stable

On demande à un groupe de 6 hommes de classer chacun 6 femmes par ordre de préférence. Chaque homme classe obligatoirement toutes les femmes. de la même façon, chaque femme classe par ordre de préférence tous les hommes.

On appelle *mariage* un ensemble de 6 couples tel que chaque homme soit marié à une et une seule femme et que chaque femme soit mariée à un et un seul homme. Un mariage est dit *instable* s'il contient deux couples  $(h, f)$  et  $(h', f')$  tels que  $h$  préfère  $f'$  à  $f$  et que  $f'$  préfère  $h$  à  $h'$ , sinon il est dit *stable*.

Les classements des hommes sont les suivants (plus petit numéro indique plus grande préférence) :

<i>Hommes</i>	<i>Femmes</i>					
	Helen	Tracy	Linda	Sally	Wanda	Mary
Richard	3	5	4	2	1	6
James	3	2	5	6	4	1
John	2	4	3	1	5	6
Bill	5	3	4	2	6	1
Greg	2	5	3	6	4	1
Mario	3	1	4	5	6	2

Les classements des femmes :

<i>Femmes</i>	<i>Hommes</i>					
	Richard	James	John	Bill	Greg	Mario
Helen	2	4	5	3	6	1
Tracy	3	5	4	2	1	6
Linda	1	4	6	2	3	5
Sally	3	2	5	6	4	1
Wanda	6	4	2	1	3	5
Mary	2	4	3	1	5	6

Le problème est trouvez un mariage stable.

*Le but du projet.* Modélisez ce problème comme un CSP et le résolvez à l'aide d'un solveur de votre choix. Trouvez toutes les solutions du problème.

*Note maximum : 16.*

## Projet 5. Ordonnement de réparations

Notre société de réparation des appareils (quelconques) a reçu 12 commandes pour aujourd'hui. On dispose 3 personnes, chacune desquelles peut réparer qu'un appareil à la fois. Les réparations ne peuvent pas être interrompues. Pour commencer à réparer un appareil  $j$ , il faut  $r_j$  minutes pour obtenir des pièces détachées. La durée de réparation de l'appareil  $j$  est  $p_j$  minutes. Après la réparation, chaque appareil doit être livré au client. Les livraisons des appareils réparés et des pièces détachées sont réalisées par une société tiers, et peuvent être faites en parallèle. La livraison de l'appareil  $j$  dure  $l_j$  minutes. On a droit à reporter des réparations pour les jours suivants. Le report de la réparation de l'appareil  $j$  nous coûte  $w_j$  euros de délit.

Toutes les opérations (livraisons, réparations) doivent être faites pendant les heures de travail (8 heures = 480 minutes). Le but est d'ordonner les réparations et minimiser le coût total du report.

Les données du problème :

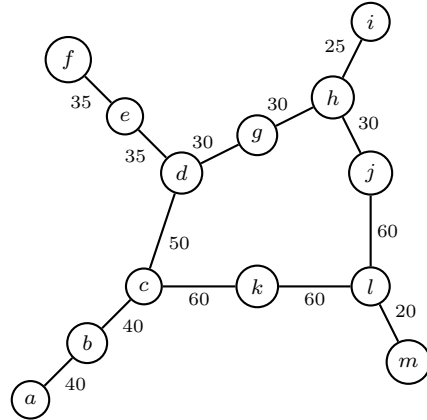
Commandes :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p_j$	140	80	160	120	160	120	130	100	40	140	160	60
$r_j$	20	30	40	50	100	10	20	40	100	10	50	20
$l_j$	120	150	170	100	140	100	150	230	100	90	180	280
$w_j$	100	80	120	100	80	120	120	90	100	80	150	130

*Le but du projet.* Modélisez ce problème comme un CSP et le résolvez à l'aide d'un solveur de votre choix. Détectez les symétries de votre modèle et les éliminez si possible.

*Note maximum : 19.*

## Projet 6. Ordonnancement des trains

Le dispatcher doit ordonnancer les trains sur une partie des chemins de fer. Cette partie est représentée par un graphe  $G = (V, E)$  où l'ensemble  $V$  des sommets représente les stations et l'ensemble  $E$  des arêtes représente les voies que les trains peuvent emprunter. La longueur d'une arête est égale au temps nécessaire (en minutes) pour traverser la voie correspondant.



Toutes les connections entre les stations sont à une seule voie. Donc, si deux trains empruntent la même voie dans les sens différents l'un après l'autre, le deuxième train ne peut pas démarrer avant que le premier ne finisse pas traverser cette voie. Si deux trains traversent la même voie dans le même sens, pour cause de sécurité, le deuxième train ne peut démarrer que après 10 minutes du départ du premier.

Pour chaque train  $t$  on connaît sa station de départ  $i_t \in V$  et sa station d'arrivée  $j_t \in V$ . Pour chaque train  $t$  on connaît également l'heure de disponibilité  $r_t$  (l'heure quand il est prêt à partir), et l'heure d'échéance  $d_t$  (l'heure désiré quand il doit atteindre sa station d'arrivée). Chaque train suit impérativement le chemin le plus rapide.

Trains	$i_t$	$j_t$	$r_t$	$d_t$
1	$f$	$a$	0h00m	4h00m
2	$i$	$a$	0h30m	4h30m
3	$i$	$m$	0h30m	3h30m
4	$m$	$a$	1h00m	5h00m
5	$a$	$j$	2h00m	6h00m
6	$a$	$f$	2h00m	5h30m
7	$c$	$m$	1h30m	4h00m
8	$h$	$f$	0h30m	3h30m
9	$m$	$g$	1h00m	5h00m
10	$m$	$d$	1h00m	5h00m
11	$f$	$i$	2h00m	5h00m

L'objectif est d'ordonnancer les trains, i.e., pour chaque train, il faut définir son heure de départ pour chaque voie (arête) de son chemin. Il faut aussi minimiser le retard total des trains (la somme, pour chaque train, de différence entre l'heure effective d'arrivée et l'heure d'échéance).

*Le but du projet.* Modélisez ce problème comme un CSP et le résolvez à l'aide d'un solveur de votre choix.

*Note maximum : 19.*

## **Projet 7. Votre propre projet**

Vous pouvez proposer votre propre problème. Dans ce cas la note maximum dépend du problème proposé.