

Chapitre

**Formulation du problème d'emploi du temps
du lycée Moulay Rachid**



Introduction

Dans ce chapitre, le problème d'emploi du temps est considéré comme un problème d'optimisation mono-objectif (a une seule fonction objectif), Jusqu'à maintenant ce sont principalement les modèles qui sont utilisés lors de la résolution de ce type de problèmes, plus précisément nous nous intéressons au problème d'emploi du temps du lycée Moulay Rachid, et nous traitons le problème et de le donner une modélisation Mathématique.

1. Présentation du lycée Moulay Rachid

1.1. Généralité



Figure 1 : Image du lycée Moulay Rachid de Fès

Lycée Moulay Rachid est situé au cœur du quartier résidentiel Oued Lahriqi de Fès. Le prestigieux établissement Moulay Rachid est fréquenté par des élèves de différentes couches sociales. Fondé en 1957, quelques années après le célèbre lycée, Moulay Idriss de Fès, cet établissement a été destiné, lors de sa création, à l'enseignement collégial pour filles et garçons, quelque année après sa création est devenu un établissement d'enseignement secondaire.

Le lycée compte actuellement 74 enseignants pour un nombre total de 2058 élèves dont 970 filles. « Ce nombre total d'élèves est réparti entre trente-neuf salles dont neuf sont destinées à l'enseignement scientifique », le lycée Moulay Rachid est réputé pour ses bons résultats de fin d'année, en particulier ceux obtenus aux baccalauréats scientifiques, ce lycée a formé plusieurs générations d'élèves dont un grand nombre occupe d'importants postes aussi bien au Maroc qu'à l'étranger.

Cet établissement se distingue aussi par l'organisation chaque année d'un important programme d'activités parascolaires. Il compte plusieurs clubs « dont les plus dynamiques sont le club de l'environnement et de la santé ainsi que ceux de la presse et de théâtre », aussi elle participe au plusieurs compétitions sportives organisées aussi bien au niveau local que régional, ce lycée se dirige actuellement par Monsieur EHSAYAN Tarik.

1.2. Les données du lycée

Au cours d'année 2015, le lycée a les données suivantes :

- ✓ 12 niveaux et chaque niveau a un nombre précis de classes, les tableaux suivants définis les niveaux, et le nombre de classes pour chacun d'ils (tableau 1), aussi le nombre d'enseignants disponibles selon leurs matières de spécialité (tableau 2).

<i>Niveaux</i>	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9	N_{10}	N_{11}	N_{12}	<i>Totale</i>
<i>Nombre de classes</i>	5	5	5	1	2	5	6	3	2	1	13	1	49

Tableau 1 : Nombre de classes pour chaque niveau

<i>Matières</i>	Math	Phy	SVT	Eco	L.Ar	L.F	L.An	E.Is	H.G	Phil	Tra	Info	E.phy
<i>Nombre d'enseignants</i>	9	7	7	3	9	10	9	4	7	6	2	2	6

Tableau 2 : le nombre d'enseignants disponibles

Table d'abréviations

<i>Niveaux</i>	N₁ : Tronc commun science		N₇ : Deuxième année du baccalauréat sciences physiques	
	N₂ : Tronc commun lettre		N₈ : Deuxième année du baccalauréat sciences de la vie et de la terre	
	N₃ : Première année du baccalauréat sciences expérimentales		N₉ : Deuxième année du baccalauréat sciences économiques	
	N₄ : Première année du baccalauréat sciences mathématiques		N₁₀ : Deuxième année du baccalauréat sciences mathématiques	
	N₅ : Première année du baccalauréat sciences économiques		N₁₁ : Deuxième année du baccalauréat lettres	
	N₆ : Première année du baccalauréat lettres et sciences humaines		N₁₂ : Deuxième année du baccalauréat sciences humaines	
<i>Matières</i>	Math : Mathématique	Phy : Physique	Eco : Economie	L.Ar : La langue Arabe
	L.F : La langue Française	Tra : La traduction	Info : L'informatique	Phil : La philosophie
	H.G : L'histoire et géographie		E.Is : L'éducation islamique	L.An : La langue Anglaise
	E.phy : L'éducation physique		SVT : Science de la vie et de la terre	

- ✓ Un ensemble de créneaux horaires étalés sur une semaine de six jours, du Lundi au samedi avec un nombre de huit périodes (du lundi au vendredi) et un nombre de quatre périodes le samedi, La durée d'une période est une heure, donc il y a 44 créneaux hebdomadairement.

- ✓ Un enseignant du lycée ne doit pas dépasser vingt et un heures du travail par semaine, et d'après **Le calendrier 43** qui organise l'étude et la distribution des matières et des séances pour chaque classe au Maroc, nous obtenons tableau suivant :

Niveaux	Math	Phy	SVT	Eco	L.Ar	L.Fr	L.An	E.Is	H.G	phil	Tra	Info	E.phy	Totale
N ₁	5	4	3	0	2	4	3	2	2	2	0	2	2	31
N ₂	2	0	1	0	5	4	4	2	4	2	0	2	2	28
N ₃	5	4	4	0	2	4	3	2	2	2	2	0	2	32
N ₄	7	5	2	0	2	4	3	2	2	2	2	0	2	33
N ₅	4	0	0	11	2	2	3	2	2	2	0	1	2	31
N ₆	2	0	1	0	5	5	4	2	4	2	0	0	2	27
N ₇	5	6	4	0	2	4	3	1	0	2	2	0	2	31
N ₈	5	4	6	0	2	4	3	1	0	2	2	0	2	31
N ₉	4	0	0	11	2	2	3	1	2	2	0	2	2	31
N ₁₀	7	6	2	0	2	4	3	1	0	2	2	0	2	31
N ₁₁	2	0	0	0	5	5	5	2	4	3	0	0	2	28
N ₁₂	2	0	0	0	4	4	4	3	5	4	0	0	2	28

Tableau 3 : la distribution des matières et des séances pour chaque niveau

- ✓ Certaines matières peuvent dérouler dans des salles générales puisqu'elles n'exigent pas des matériels spéciaux, mais d'autres les exigent, donc les salles sont classées en deux types (Salles générales et Salles spéciales), parmi les matières qui ont des salles spéciales, nous trouvons la matière du physique, science de la vie et de la terre (SVT), informatique et l'éducation physique, aussi le nombre de salles disponible au lycée est comme suite :

- 30 salles générales
- 4 salles de physique
- 4 salles de SVT
- une salle d'informatique
- la cour du sport support au maximum 3 séances en parallèle.

2. Position du problème

Étant donné un ensemble d'informations d'un lycée (nombre de classes, nombre des salles, nombre d'enseignants, nombre de matières...), le problème consiste à affecter les séances nécessaires pour chaque classe et vérifier les données de telle sorte que le nombre de salles et d'enseignants soit suffisant, chaque classe doit prendre les matières de son programme, et respecte le nombre d'heures exigées pour chaque matière. L'objectif est minimiser le nombre d'heures creuses dans l'emploi du temps des élèves, qui ce qu'une heure creuse ? Et qu'elles sont ses inconvénients ? Ce sont des questions qu'on les traite à la suite de cette partie

2.1. Qui ce que c'est une heure creuse?

Une heure creuse (une heure de faible activité) n'est pas forcément au milieu des séances, bien au contraire, un emploi du temps d'un élève qui comporte une heure de cours de 8h à 9h ou de 11h à midi pendant toute la matinée, ou encore une heure de 17h à 18h pendant tout l'après-midi ; ce cas de figure pourrait donner lieu à un déséquilibre dans le temps scolaire de l'élève puisqu'il est obligé de se rendre à l'école pour seulement une heure, pendant la matinée ou l'après-midi.

Ces heures creuses peuvent également provenir suite aux séances des cours dispensés par groupe où le premier groupe est obligé de quitter pendant une heure l'école au moment où l'autre groupe est en cours, ce phénomène semble difficile à éviter par les directeurs des collèges et des lycées qui, pourtant, font de leur mieux pour élaborer ces différents emplois du temps, et puisque ce lycée comme la plupart des établissements secondaires ne dispose pas d'une salle de permanence pour garder les élèves pendant ces heures creuses, alors pendant ces heures creuses, les élèves sont obligés de quitter l'école pour se trouver dans la rue, dans les cafés ou dans les salles de jeux d'à côté ou d'en face; seulement ceux qui habitent aux environs de l'école qui peuvent rentrer chez eux et revenir une heure plus tard.

Certains élèves apprécient ces quelques heures creuses pour sortir et souffler un peu, il n'en demeure pas moins vrai que ce sont les parents qui s'inquiètent pour leurs enfants pendant ces heures creuses.

2.2. Qu'elles sont ses inconvénients ?

Il s'est avéré que même dans les établissements qui sont dotés de salles de permanence ou de révision, les élèves préfèrent sortir pendant les heures creuses, mais il y a plusieurs risques courus par ces jeunes élèves en dehors des établissements, surtout en cette période critique en matière de sécurité que connaît notre pays où les vols, les actes de violences, les braquages, les rackets sont très courants dans nos rues et surtout devant les établissements scolaires. Les parents, eux, qui croient que leur enfant est bel et bien à l'école pendant leur absence et non pas dans la rue, n'ont pas tort d'avoir peur pour leurs enfants qui pourraient être victimes d'un accident de circulation ou d'un acte de violence.

Dans tous les cas, il n'est pas normal de laisser un élève dans la rue pendant les heures creuses, livré à lui-même, sans contrôle parental ou scolaire, ce qui pourrait engendrer des problèmes énormes à l'élève lui-même et aux parents.

3. La vérification de la suffisance d'enseignants et des salles

Cette partie est très importante d'où nous vérifions la faisabilité d'emploi du temps à partir des calculs concernant : le nombre d'heures pour chaque enseignant pendant la semaine, aussi le nombre de salles nécessaire pour que tous les classes prennent leurs cours et utilisent le même types des salles (générales ou spéciales) pendant un créneau précis.

3.1. La vérification de nombre d'heures de travail pour chaque enseignant

Nous faisons la somme d'heures de chaque matière pendant une semaine, nous la divise par le nombre d'enseignants disponibles pour cette matière et nous la compare avec *vingt et un* , si le résultat est inférieur ou égal à 21 alors, le nombre d'enseignants disponibles est suffisant, sinon le nombre d'enseignants disponibles pour cette matière n'est pas suffisant donc le problème n'est pas faisable (dans la réalité le proviseur du lycée demande de l'académie le nombre nécessaire d'enseignants pour que tous les enseignants ne dépassent pas les 21 heures exigées par le ministère d'éducation), le tableau suivant présente tous les calculs nécessaires pour vérifier la suffisance de nombre d'enseignants.

Niveau	Nombre de classes	Math	Phy	SVT	Eco	L.Ar	L.Fr	L.An	E.Is	H.G	phil	Tra	Info	E.ph y
N₁	5	25	20	15	0	10	20	15	10	10	10	0	10	10
N₂	5	10	0	5	0	25	20	20	10	20	10	0	10	10
N₃	5	25	20	20	0	10	20	15	10	10	10	10	0	10
N₄	1	7	5	2	0	2	4	3	2	2	2	2	0	2
N₅	2	8	0	0	22	4	4	6	4	4	4	0	2	4
N₆	5	10	0	5	0	25	25	20	10	20	10	0	0	10
N₇	6	30	36	24	0	12	24	18	6	0	12	12	0	12
N₈	3	15	12	18	0	6	12	9	3	0	6	6	0	6
N₉	2	8	0	0	22	4	4	6	2	4	4	0	4	4
N₁₀	1	7	6	2	0	2	4	3	1	0	2	2	0	2
N₁₁	13	26	0	0	0	65	65	65	26	52	39	0	0	26
N₁₂	1	2	0	0	0	4	4	4	3	5	4	0	0	2
Totale d'heures pour chaque matière		173	141	131	44	169	206	184	87	127	113	32	26	98
Nombre d'enseignants disponible		9	7	7	3	9	10	9	6	7	6	2	2	6
Nombre d'heures de travail		20,88	20,14	18,71	14,66	18,77	20,6	20,44	14,5	18,14	18,83	16	13	16,33

Tableau 4 : La vérification de nombre d'heures de travail pour chaque enseignant

On a le nombre d'heures pour chaque enseignant ne dépasse pas 21 heures, Donc le nombre d'enseignants disponibles au lycée Moulay Rachid est suffisant.

3.2. La vérification des salles

Pour chaque type de salles, nous comparons le nombre de séances qui peuvent se dérouler pendant un créneau k avec le nombre de salles disponibles pour le même type de salles, il est préférable que le résultat soit inférieur ou égal au nombre de salles disponibles, car sinon on peut trouver des problèmes au niveau de construction d'emploi du temps, on peut résumer tous les calculs dans le tableau 5.

Niveau	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
Nombre de classes	5	5	5	1	2	5	6	3	2	1	13	1
Nombre d'heures	100	115	110	24	56	120	114	72	54	21	338	26
Totale d'heures						1150						
Nombre de salles générales nécessaires						27						

Tableau 5 : Nombre de salles générales nécessaires

Nombre d'heures : signifie le nombre d'heures d'étude pour chaque niveau (pour les matières qui se déroule dans les salles générales) multiplié par le nombre des classes

- On a :

$$1150/44 = 26,13 \leq 30$$

Donc le nombre des salles générales est suffisant.

- on a la somme des heures de physiques pour tous les Niveaux égale à 141 et :

$$141/44 = 3.20 \leq 4$$

Donc le nombre de salles de physique est suffisant.

■ Même chose pour les salles de SVT on a : $131/44 = 2,97 \leq 4$, donc le nombre de salles est suffisant.

■ Pour les salles d'informatique on a : $26/44$ ne dépasse pas un d'où une salle d'informatique est suffisante.

■ Pour la cour du sport :

$$98/44 = 2,227 \leq 3$$

Donc, on n'a aucun problème.

4. Modélisation

La modélisation d'un problème réel, consiste à le rendre sous forme d'un ensemble d'équations mathématiques. Dans cette partie nous présentons la modélisation du problème d'emploi du temps des élèves du lycée Moulay Rachid.

La recherche du modèle mathématique d'un problème revient à identifier les composantes suivantes :

- Les données
- Les variables
- Les contraintes
- La fonction objectif.

4.1. Les données

- **NM**: Le nombre de matières
- **NC**: *Le nombre de classes*

- **NH** : Le nombre de créneaux
- Nous associons à chaque matière un nombre allant de 1 jusqu'à NM
- Nous associons à chaque classe un nombre allant de 1 jusqu'à NC
- Nous associons à chaque créneau un nombre allant de 1 jusqu'à NH
- **NS**: Le nombre de salles générales
- **NS_i** : Le nombre de salles spéciales pour la matière i
- **Nh_j** : Le nombre d'heures hebdomadaire pour la classe j
 $\forall j = 1, \dots, NC.$
- **Nh_{ij}** : Le nombre d'heures hebdomadaire de la matière i pour la classe j
 $\forall j = 1, \dots, NC, \forall i = 1, \dots, NM$
- **NE_i**: Le nombre d'enseignants de la matière $i \quad \forall i = 1, \dots, NM.$

4.2. Les variables

Nous pouvons définir des variables qui dépendent de la matière, de la classe et du créneau

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{si la classe } j \text{ prend la matière } i \text{ pendant le créneau } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

4.3. Les contraintes

Dans ce problème nous disposons de plusieurs types de contraintes : contraintes de disponibilité, contraintes de respect de nombre d'heures exigées, contrainte des créneaux et contrainte de décalage.

Prenons en considération tour à tour chacune de ces contraintes.

a. La disponibilité des salles

Le total des salles générales réservées pendant un créneau k, ne doit pas dépasser le nombre de salles générales disponibles dans le lycée :

$$\sum_{j=1}^{NC} \sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^k \leq NS$$

$$\forall k = \{1, \dots, NH\}$$

pour les matières qui peuvent se dérouler dans les salles générales

Explication :

Pour chaque créneau, nous vérifions que la somme de toutes les séances qui se déroulent (dans des salles générales) est inférieure ou égale au nombre de salles disponibles, à partir des variables qu'on a :

$$\forall j = \{1, \dots, NC\} \quad , \quad \forall k = \{1, \dots, NH\}$$

$$\sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{si la classe } j \text{ a une séance pendant le créneau } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Donc, la somme sur toutes les classes égale le nombre de séances qui se déroulent pendant un créneau k, d'où la formule de la contrainte.

Et pour les matières qui ont des salles spéciales, nous ajoutons la formule suivante :

$$\sum_{j=1}^{NC} x_{ij}^k \leq NS_i$$

$$\forall k = \{1, \dots, NH\}$$

$\forall i$ une matière a des salles spéciales

b. La disponibilité des enseignants

Le total des séances d'une matière i pendant un créneau k ne doit pas dépasser le nombre d'enseignants disponibles pour cette matière

$$\sum_{j=1}^{NC} x_{ij}^k \leq NE_i \quad \forall i = \{1, \dots, NM\}$$
$$\forall k = \{1, \dots, NH\}$$

Explication :

Pour chaque créneau, nous faisons le test sur toutes les matières, et il faut que la somme des séances d'une matière pendant ce créneau ne dépasse pas le nombre d'enseignants disponibles pour cette dernière, d'où la formule si dessus.

c. Le respect de nombre d'heures hebdomadaires

Il faut que le nombre d'heures de chaque matière pour une classe j dans l'emploi du temps soit égal au nombre d'heures exigé dans les données

$$\sum_{k=1}^{NH} x_{ij}^k = Nh_{ij} \quad \forall i = \{1, \dots, NM\}$$
$$\forall j = \{1, \dots, NC\}$$

Et puisque :

$$\sum_{i=1}^{NM} Nh_{ij} = Nh_j \quad \forall j = 1, \dots, NC$$

Donc, la vérification de cette contrainte donne automatiquement la vérification du nombre d'heures hebdomadaires Nh_j pour chaque classe.

d. Contrainte des créneaux

Cette contrainte impose que chaque élève ne doit pas étudier plus que deux heures d'une matière par jour, pour traiter ce problème nous faisons des tests sur chaque jour, il faut que la somme sur ses créneaux soit inférieure ou égale à 2, pour chaque matière i et chaque classe j .

Par exemple

Prenons les horaires du lundi pour la matière i et la classe j

Lundi							
Matin				Soir			
H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8
1	1	0	0	0	0	0	0

Dans ce cas, on n'a pas de problème, tel que :

$$\sum_{k=1}^8 x_{ij}^k \leq 2$$

Généralisation de la contrainte

D'après le problème du lycée Moulay Rachid, nous pouvons classer les créneaux comme suite :

Lundi								Mardi							
Matin				Soir				Matin				soir			
H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7	H_8	H_9	H_{10}	H_{11}	H_{12}	H_{13}	H_{14}	H_{15}	H_{16}

Mercredi								Jeudi							
Matin				Soir				Matin				soir			
H_{17}	H_{18}	H_{19}	H_{20}	H_{21}	H_{22}	H_{23}	H_{24}	H_{25}	H_{26}	H_{27}	H_{28}	H_{29}	H_{30}	H_{31}	H_{32}

Vendredi								Samedi			
Matin				Soir				Matin			
H_{33}	H_{34}	H_{35}	H_{36}	H_{37}	H_{38}	H_{39}	H_{40}	H_{41}	H_{42}	H_{43}	H_{44}

Donc la formule de la contrainte sera comme suite :

$$\sum_{l=k}^{k+7} x_{ij}^l \leq 2 \quad \forall k = \{1,9,17,25,33\}, \forall i = \{1, \dots, NM\}$$

$$\forall j = \{1, \dots, NC\}$$

Et pour le samedi matin, nous ajoutons la condition suivante :

$$\sum_{k=41}^{44} x_{ij}^k \leq 2 \quad \forall i = \{1, \dots, NM\}, \quad \forall j = \{1, \dots, NC\}$$

La vérification de cette contrainte n'empêche pas de tomber dans d'autres cas qui ne sont pas souhaitables :

- Un décalage d'une ou de deux heures entre deux séances de la même matière

Matin				Soir			
1	0	1	0	0	0	0	0

Ou :

Matin				Soir			
0	0	0	0	1	0	0	1

- Une séance de la même matière peut se dérouler le matin et le soir du même jour

Matin				Soir			
1	0	0	0	1	0	0	0

Pour cela, nous définissons une autre contrainte qui traite ces cas.

e. Contrainte de décalage

La réalisation de cette contrainte valorise plus l'emploi du temps, tel que le non-respect influe directement et négativement sur le niveau d'acquisition des élèves, car un décalage d'une ou de deux heures entre deux séances de la même matière, ou prendre la même matière matin et soir ne donne pas le temps suffisant à l'élève pour réviser ou pour bien préparer à cette dernière.

Pour formuler cette contrainte on utilise le principe suivant :

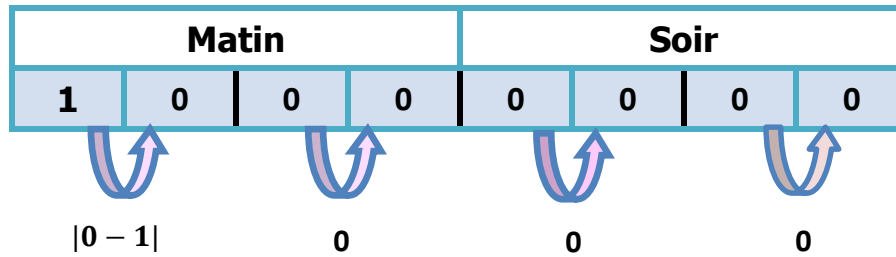
- ✓ Nous divisons les créneaux d'une journée en quatre parties, chaque partie contient deux créneaux consécutifs

Matin				Soir			
1	0	0	0	1	0	0	0

↑
Si la classe j prend la matière i pendant ce créneau

↑
Si la classe j ne prend pas la matière i pendant ce créneau

- ✓ Pour chaque matière i nous faisons la différence entre les créneaux de la même partie



- ✓ Nous vérifions que la somme de ces différences est inférieure ou égale à un.

Donc, la formule de cette contrainte sera comme suite:

$$\forall k = \{1,9,17,25,33\} , \forall i = \{1, \dots, NM\} , \forall j = \{1, \dots, NC\}$$

$$|x_{ij}^{k+1} - x_{ij}^k| + |x_{ij}^{k+3} - x_{ij}^{k+2}| + |x_{ij}^{k+5} - x_{ij}^{k+4}| + |x_{ij}^{k+7} - x_{ij}^{k+6}| \leq 1$$

Et pour le samedi matin:

$$\forall i = \{1, \dots, NM\}, \quad \forall j = \{1, \dots, NC\}$$

$$|x_{ij}^{42} - x_{ij}^{41}| + |x_{ij}^{44} - x_{ij}^{43}| \leq 1$$

4.4. La fonction objectif

Comme il est indiqué auparavant, nous cherchons à minimiser le nombre d'heures creuses c'est-à-dire rendre la somme des différences entre deux créneaux consécutifs aussi petite que possible pour toutes les classes nous écrivons alors :

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{NC} \sum_{k=1}^{43} \sum_{i=1}^{NM} \left| \frac{1}{NM} \sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^{k+1} - x_{ij}^k \right|$$

pour $k \neq \{4,8,12,16,20,24,28,32,36,40\}$

Supposant que la classe j a le cas suivant :

Matin				Soir			
1	1	0	1	0	0	0	0

Si la classe j a une séance

Si la classe j n'a aucune séance

Puisque :

$$\sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{si la classe } j \text{ a une séance pendant le créneau } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Alors la formule :

$$\sum_{i=1}^{NM} \left| \frac{1}{NM} \sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^{k+1} - x_{ij}^k \right|$$

Représente la différence entre deux créneaux successifs, donc la somme sur tous les créneaux indique la somme des différences pour la classe j pendant toute la semaine

$$\sum_{k=1}^{43} \sum_{i=1}^{NM} \left| \frac{1}{NM} \sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^{k+1} - x_{ij}^k \right|$$

Et pour éviter le problème de faire la différence entre les créneaux de 12h et 14h, aussi entre les créneaux de 18h et 8h du lendemain nous supposons que :

$k \neq \{4,8,12,16,20,24,28,32,36,40\}$, d'où la formule de la fonction objectif.

4.5. Le Modèle Mathématique

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{Min } \sum_{j=1}^{NC} \sum_{k=1}^{43} \sum_{i=1}^{NM} \left| \frac{1}{NM} \sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^{k+1} - x_{ij}^k \right| \quad \text{pour } k \neq \{4,8,12,16,20,24,28,32,36,40\} \\
 \\
 \sum_{j=1}^{NC} \sum_{i=1}^{NM} x_{ij}^k \leq NS \quad \forall k = \{1, \dots, NH\} \\
 \text{pour les matières qui peuvent se dérouler dans les salles générales} \\
 \\
 \sum_{j=1}^{NC} x_{ij}^k \leq NS_i \quad \forall k = \{1, \dots, NH\} \\
 \forall i \text{ une matière a des salles spéciales} \\
 \\
 \sum_{j=1}^{NC} x_{ij}^k \leq NE_i \quad \forall i = \{1, \dots, NM\} \\
 \forall k = \{1, \dots, NH\} \\
 \\
 \sum_{k=1}^{NH} x_{ij}^k = Nh_{ij} \quad \forall i = \{1, \dots, NM\} \quad \forall j = \{1, \dots, NC\} \\
 \\
 \sum_{l=k}^{k+7} x_{ij}^l \leq 2 \quad \forall k = \{1,9,17,25,33\}, \forall i = \{1, \dots, NM\} \\
 \forall j = \{1, \dots, NC\} \\
 \\
 \sum_{k=41}^{44} x_{ij}^k \leq 2 \quad \forall i = \{1, \dots, NM\}, \quad \forall j = \{1, \dots, NC\} \\
 \\
 |x_{ij}^{k+1} - x_{ij}^k| + |x_{ij}^{k+3} - x_{ij}^{k+2}| + |x_{ij}^{k+5} - x_{ij}^{k+4}| + |x_{ij}^{k+7} - x_{ij}^{k+6}| \leq 1 \quad \forall k = \{1,9,17,25,33\} \\
 \forall i = \{1, \dots, NM\} \\
 \forall j = \{1, \dots, NC\} \\
 \\
 |x_{ij}^{42} - x_{ij}^{41}| + |x_{ij}^{44} - x_{ij}^{43}| \leq 1 \quad \forall i = \{1, \dots, NM\}, \quad \forall j = \{1, \dots, NC\}
 \end{array} \right.$$

Conclusion et Perspectives

Dans ce travail nous avons commencé par récolter les données nécessaires pour confectionner un emploi du temps de lycée Moulay Rachid de Fés à savoir le nombre de salles, le nombre de classes, le nombre d'enseignants,...etc, puis nous avons fait une étude de faisabilité, après nous avons proposé un modèle mathématique dont la fonction objectif est de minimiser le nombre d'heures creuses pour éviter l'attente des élèves devant le lycée et en prenant en considération l'ensemble des contraintes, de législation, de disponibilité de salles, de disponibilité d'enseignants,...etc.

Comme perspectives nous allons résoudre le problème en lui adaptant l'une des métaheuristiques (colonie de fourmi, les algorithmes génétiques,...), et améliorer le modèle mathématique.

