



Rapport de recherche

Travail présenté à Claude-Guy Quimper
IFT-7020 Optimisation combinatoire
Session d'hiver 2018

Réalisé par
François Bérubé et François Pelletier ;
900226407, 908144032

Dernière version produite le 13 avril 2018 à 17:47

Table des matières

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduction | 3 |
| 2 | Modélisation | 4 |
| 2.1 | Paramètres | 4 |
| 2.1.1 | Horaire de travail et demande | 4 |
| 2.1.2 | Employés | 4 |
| 2.2 | Variables | 4 |
| 2.3 | Énumération des horaires valides | 5 |
| 2.3.1 | Paramètres | 5 |
| 2.3.2 | Variables | 5 |
| 2.3.3 | Contraintes | 5 |
| 2.3.4 | Ajout des périodes | 6 |
| 2.4 | Contraintes | 6 |
| 2.5 | Fonction objectif | 7 |
| 3 | Génération de scénarios d’absences | 8 |
| 4 | Recouvrement des horaires | 9 |
| 5 | Résultats et Discussion | 10 |
| 5.1 | Comparaison des modèles proposés | 10 |
| 5.2 | Résultats de l’étude de cas | 10 |
| | Bibliographie | 12 |
| 6 | Annexe 1 : Horaires initiales générées par le modèle | 13 |

1 Introduction

2 Modélisation

2.1 Paramètres

2.1.1 Horaire de travail et demande

Nous considérons une planification d'horaires de travail d'une durée de J jours. Chaque journée est composée de P périodes de travail, d'une durée de $\frac{24}{P}$ heures chacune. La demande de travail pour la période p de la journée j est définie par $d_{p,j}$. La demande totale pour la durée de l'horaire de travail est définie par l'équation (1).

$$D^{TOT} = \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J d_{p,j} \quad (1)$$

2.1.2 Employés

Notre modèle considère deux types A d'employés : les employés à temps plein et les employés à temps partiel (2).

$$A \in FT, PT \quad (2)$$

Ils travaillent des périodes consécutives d'une durée i_A heures. L'intervalle de travail des employés à temps plein doit cependant débuter à la première, troisième ou cinquième période. On définit aussi un nombre d'heures de repos minimal $r_{min,A}$ entre les périodes travaillées. Les employés à temps plein travaillent h_{reg}^{FT} heures par période de deux semaines et les employés à temps partiel travaillent entre h_{min}^{PT} et h_{max}^{PT} heures durant cette même période. Les employés ne travaillent pas plus que $j_{max,A}$ journées consécutives. Le nombre d'employés E de chaque type est variable et sera déterminé par les ratios (3) :

$$E_A = \frac{D^{TOT}}{h_{reg,A}}, \quad \forall A \quad (3)$$

Les employés ont respectivement un salaire par période de s_A et encourrent un frais fixe de f_A pour la durée de l'horaire. Afin de représenter une plus faible productivité des employés à temps partiel, on pourra majorer artificiellement leur salaire horaire.

2.2 Variables

On représente les horaires de travail par deux tableaux de variables booléennes \mathbf{X}_{FT} et \mathbf{X}_{PT} (4).

$$\begin{aligned} X_A &= (x_{e,j,p,A}) \in \mathbb{N}^{E_A \times J \times P} & \forall A \\ \text{dom}(x_{e,j,p,A}) &= \{0, 1\} & \forall 1 \leq e \leq E_A, 1 \leq j \leq J, 1 \leq p \leq P \end{aligned} \quad (4)$$

2.3 Énumération des horaires valides

Afin de réduire la taille du problème, la liste des horaires quotidiens valides pour un employé est générée, pour chaque type d'employés. Il s'agit de deux sous-problèmes de satisfaction pouvant aussi être résolus avec le solveur Choco [2]. L'énumération de toutes les solutions obtenues sera ensuite utilisée pour générer l'ensemble des tuples d'une contrainte TABLEAU.

2.3.1 Paramètres

2.3.2 Variables

On définit $\vec{H}_A \in \mathbb{N}^J$, un vecteur de variables booléennes h_j formant un horaire d'une durée de J journées pour un employé de type $A \in \{FT, PT\}$.

2.3.3 Contraintes

L'horaire doit respecter le nombre de périodes travaillées sur la durée totale de l'horaire (5).

$$\frac{h_{min,A}}{i_A} \leq \sum_{j=1}^J h_j \leq \frac{h_{max,A}}{i_A} \quad (5)$$

L'horaire de l'employé à temps partiel doit contenir un même nombre de jours dans les deux sous-périodes $j \in [p1_{min}, p1_{max}] = [1, 5]$ et $j \in [p2_{min}, p2_{max}] = [8, 12]$ du lundi au vendredi (6).

$$\sum_{j=p1_{min}}^{p1_{max}} h_j = \sum_{j=p2_{min}}^{p2_{max}} h_j \quad (6)$$

L'horaire doit inclure le travail durant une fin de semaine sur deux (7).

$$h_6 = h_7 \wedge h_{13} = h_{14} \wedge h_6 \neq h_{13} \quad (7)$$

L'horaire doit respecter le nombre maximum de jours consécutifs travaillés autorisés. On utilise une contrainte REGULAR «réifiée» pour représenter le non-respect de cette contrainte, c'est-à-dire lorsque qu'on retrouve une séquence de jours consécutifs dont la longueur est supérieure à $j_{max,A}$. L'automate fini pour cette contrainte lorsque $j_{max,A} = 4$ est représenté à la Figure 1. L'expression régulière représentant cet automate prend la forme $[01]*1\{5,\}[01]*$.

On obtient, pour chaque type de travailleur, une liste de vecteurs à laquelle on ajoute le vecteur nul, représentant la situation où l'employé est exclus de l'horaire.

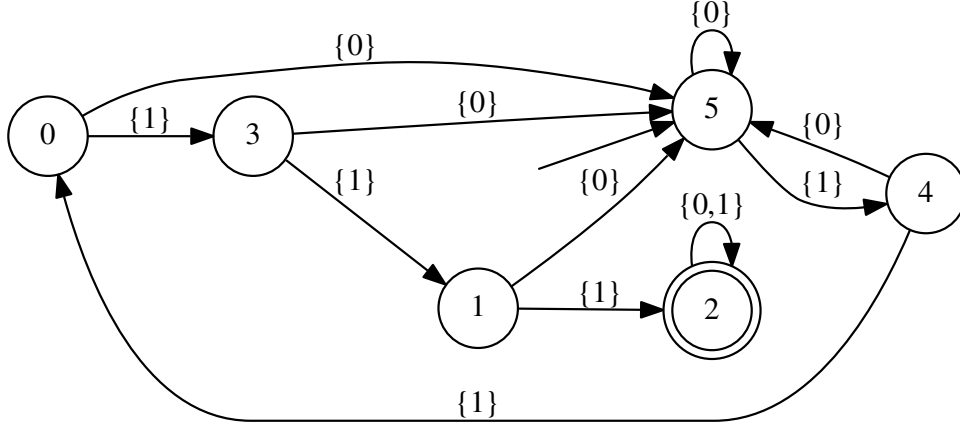


FIGURE 1 – Automate fini d'un horaire où $j_{max,A} \leq 4$ n'est pas respecté

2.3.4 Ajout des périodes

On considère la matrice des horaires quinzomadaires valides (8) et la matrice des $n_{hq,A}$ horaires quotidiens valides (9), on obtient un tableau d'horaires par périodes travaillées valides $\mathbf{V}_A \in \mathbb{N}^3$ par le produit tensoriel (10)

$$\mathbf{H}_A = (\vec{H}_A) \quad (8)$$

$$\mathbf{Q}_A = \begin{bmatrix} q_{1,1} & \cdots & q_{P,1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{1,n_{hq,A}} & \cdots & q_{P,n_{hq,A}} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$\mathbf{V}_A = \mathbf{H}_A \otimes \mathbf{Q}_A \quad (10)$$

2.4 Contraintes

Chaque horaire d'employé doit d'abord correspondre à un horaire valide tel qu'établi à la section 2.3. Il doit donc satisfaire une contrainte TABLEAU (11).

$$\mathcal{C}_1 : \text{TABLEAU} \left(\mathbf{V}_A, \begin{bmatrix} x_{e,1,1} & \cdots & x_{e,1,J} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{e,P,1} & \cdots & x_{e,P,J} \end{bmatrix} \right) \quad \forall e \quad (11)$$

La planification doit aussi satisfaire la demande en employés, en utilisant une contrainte SUM (12).

$$\mathcal{C}_2 : \sum_A \sum_{e=1}^{E_A} x_{e,p,j} = d_{p,j} \quad \forall 1 \leq p \leq P, 1 \leq j \leq J \quad (12)$$

2.5 Fonction objectif

La fonction objectif (13) que nous désirons minimiser est le coût total des employés, ce qui équivaut à la somme des salaires et des coûts fixes pour chaque type d'employé.

$$\arg \min_{\mathbf{x}} \sum_A \left(s_A \sum_{e=1}^{E_A} \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J x_{e,p,j} + f_A \sum_{e=1}^{E_A} \left[\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J x_{e,p,j} > 0 \right] \right) \quad (13)$$

3 Génération de scénarios d'absences

On génère des scénarios d'absences $\vec{B}_{e,A}$ indépendants pour chaque employé e de type A (14) à l'aide d'une chaîne de Markov sur deux états (0 : indisponible, 1 : disponible) ayant la matrice de transition 15 où $p(0,0)$ correspond à la probabilité de demeurer indisponible à la période suivante et $p(1,1)$, celle de demeurer disponible. On utilise JDistLib [1] pour générer aléatoirement les valeurs de transition entre chaque période.

$$\vec{B}_{e,A} = b_{1,1}, \dots, b_{P,1}, b_{1,2}, \dots, b_{P,2}, \dots, b_{1,J}, \dots, b_{P,J} \quad \forall 1 \leq e \leq E_A \quad (14)$$

$$M = \begin{bmatrix} p(0,0) & 1 - p(0,0) \\ 1 - p(1,1) & p(1,1) \end{bmatrix} \quad (15)$$

On produit ensuite une matrice de présences \mathbf{B}_A à l'aide de $\vec{B}_{e,A}$. Pour produire la grille horaire du scénario d'absence $\mathbf{X}_{abs,A}$, on effectue le produit de Hadamard entre la grille initiale et cette matrice.

$$\mathbf{B}_A = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{1,A} \\ \vdots \\ \mathbf{B}_{E_A,A} \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$\mathbf{X}_{abs,A} = \mathbf{X}_A \cdot \mathbf{B}_A \quad (17)$$

On pourra répéter cette procédure plusieurs fois pour obtenir différents scénarios d'absences.

4 Recouvrement des horaires

Une fois les absences générées dans chacune des horaires initiales, un algorithme de recouvrement des horaires est lancé sur chacune des simulations d'absence. Cette étape permettra de trouver des coûts de recouvrement moyens pour chacune des horaires initiales pour trouver laquelle correspond au coût de recouvrement le plus faible. Les règles régissant ce recouvrement sont les suivantes :

- Le nombre maximal de périodes de travail par quart de travail est de 3, ce qui équivaut à 12 h.
- Le nombre minimum de périodes non travaillées entre les quarts de travail est de 3, ce qui équivaut à 12 h.
- Pour chaque horaire, le nombre maximal de périodes de travail après recouvrement des employés à temps partiel est de 16, ce qui équivaut à 64 h.
- Pour chaque horaire, le nombre maximal de périodes de travail après recouvrement des employés à temps plein est de 30, ce qui équivaut 120 h.
- Les employés à temps partiel n'ont pas droit au temps supplémentaire lors de leur recouvrement. De plus, ces derniers ne sont pas payés en cas d'absence.
- Les employés à temps plein ont droit au temps supplémentaire pour chaque recouvrement effectué. De plus, ces derniers sont payés au taux régulier en cas d'absence.

Étant donné que chaque recouvrement influence les recouvrements subséquents en raison de ces contraintes, ce problème est NP-complet. Le nombre de noeuds de l'arbre de recherche permettant de trouver le coût de recouvrement minimal varie donc de façon exponentielle avec le nombre d'absences. Pour éviter que le temps de calcul soit trop important pour cette phase de recouvrement, une fouille partielle de l'arbre de recherche est effectuée par des fouilles en profondeur successives. L'algorithme de recouvrement a les caractéristiques suivantes.

- Les fouilles en profondeur sont guidées par un heuristique basé sur le coût minimum des actions de recouvrement possibles à chacun des noeuds. Si plusieurs actions correspondent à ce coût minimum, cette dernière est choisie de façon aléatoire.
- Lors de ces fouilles en profondeur, chaque action de recouvrement, caractérisée par un employé donné recouvrant à une période de travail donné, est marquée dans une matrice de noeuds visités afin de ne pas répéter la même fouille 2 fois.
- Lorsqu'aucune action n'est possible sans que l'horaire ne soit complètement recouverte, on recommence une nouvelle fouille à partir du sommet de l'arbre.
- Lorsqu'un certain nombre de retours arrières est atteint, on réinitialise la matrice des noeuds visités. L'algorithme peut aussi s'arrêter après un nombre limite de retours arrières lorsqu'aucune solution n'est trouvée.

Ainsi, l'horaire de recouvrement obtenue par cet algorithme ne conduit pas au coût minimum dans tous les cas, mais s'approche de ce dernier. Cette façon de procéder a cependant l'avantage d'être extrêmement rapide et permet de compenser ce biais par rapport à l'optimalité, par un plus grand nombre de simulations effectuées.

5 Résultats et Discussion

5.1 Comparaison des modèles proposés

5.2 Résultats de l'étude de cas

À l'aide du modèle de génération d'horaires en 2 phases, 8 horaires présentant des ratios employés temps plein / employés temps partiel différents ont été obtenus (voir Annexe 1). Puisque les 2 types d'employés ont des contraintes différentes quant au recouvrement de ces derniers, il a été possible de tester l'effet du taux d'absentéisme et de l'augmentation de la demande. L'effet de ces 2 paramètres sur le coût de recouvrement des 8 horaires sont présentés au Tableau 2. Ces coûts de recouvrement sont présentés comme un ratio par rapport au coût de l'horaire optimale, soit celle ayant un nombre d'employé temps plein maximal.

| Probabilité absence | Probabilité augmentation Demande | Ratio Employes Temps Plein / (Employes Temps Plein + Employes Temps Partiel) | | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0,11 | 0,17 | 0,22 | 0,28 | 0,33 | 0,39 | 0,44 | 0,50 |
| 0,00 | 0,00 | +9,7 | +8,3 | +6,9 | +5,5 | +4,2 | +2,8 | +1,4 | +0,0 |
| 0,01 | 0,00 | +10,0 | +8,9 | +7,7 | +6,4 | +5,3 | +4,0 | +2,8 | +1,6 |
| 0,05 | 0,00 | +11,4 | +10,9 | +10,3 | +9,7 | +9,2 | +8,7 | +8,1 | +7,6 |
| 0,10 | 0,00 | +12,7 | +12,9 | +13,1 | +13,3 | +13,4 | +13,6 | +13,8 | +13,9 |
| 0,25 | 0,00 | +15,9 | +17,5 | +19,3 | +21,0 | +22,7 | +24,5 | +26,2 | +27,8 |
| 0,50 | 0,00 | +19,1 | +22,3 | +25,5 | +28,8 | +32,4 | +35,4 | +38,7 | +41,9 |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |
| 0,00 | | | | | | | | | |

FIGURE 2 – Effet des probabilités d'absentéisme et d'augmentation de la demande de travail sur le coût moyen de recouvrement des horaires.

Comme le montre ce tableau, pour une probabilité d'absentéisme nulle (sans absence), le coût des horaires augmente en fonction du nombre d'employé à temps partiel. Cela est dû au fait que ces employés ont un taux horaire régulier 20% plus élevé que celui des employés à temps plein. De plus, pour tous les ratios de type employés, l'augmentation de la probabilité d'absentéisme et l'augmentation de la probabilité d'augmentation de la demande de travail sont associées à l'augmentation du coût de recouvrement des horaires. Cette augmentation de coûts est liée au temps supplémentaire des employés à temps plein (+50%) ainsi que du taux horaire régulier supérieur des employés à temps partiel, lesquels sont privilégiés pour effectuer les recouvrements. Enfin, ces résultats démontrent que le ratio de type d'employés qui conduit à l'horaire avec un coût de recouvrement minimal varie selon les deux paramètres testés. En effet, lorsque le nombre d'absence et/ou la demande de travail supplémentaire augmente de façon importante, un nombre d'employés à temps partiel supérieur par rapport au nombre d'employés à temps plein permet d'obtenir un horaire au coût de recouvrement le plus faible. La principale raison est une diminution du temps supplémentaire effectué par les employés à temps plein. La Figure xx montre les ratios de type d'employés à privilégier

pour la construction d'horaires en fonction des probabilités d'absence et d'augmentation de la demande de travail.

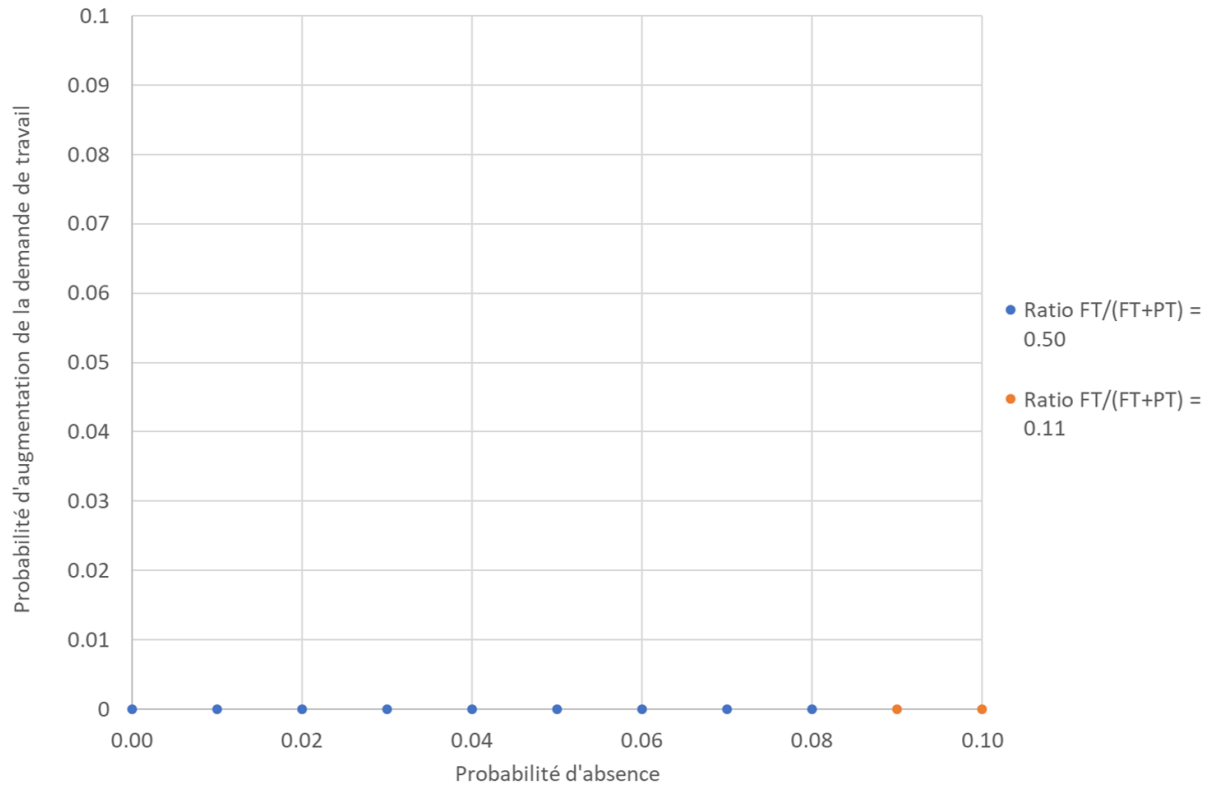


FIGURE 3 – Proportion d'employés à temps plein optimale en fonction des probabilités d'absentéisme et d'augmentation de la demande de travail.

Bibliographie

- [1] Roby Joehanes. *JDistlib : Java library of statistical distribution*, 2018. URL <https://sourceforge.net/projects/jdistlib/>.
- [2] Charles Prud'homme, Jean-Guillaume Fages, and Xavier Lorca. *Choco Documentation*. TASC - LS2N CNRS UMR 6241, COSLING S.A.S., 2017. URL <http://www.choco-solver.org>.

6 Annexe 1 : Horaires initiales générées par le modèle

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 14 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 03 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 04 | 000000 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 05 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 08 |
| Employee 06 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 08 |
| Employee 07 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 16 |
| Employee 08 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 09 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 16 |
| Employee 10 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 14 |
| Employee 11 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 10 |
| Employee 12 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 14 |
| Employee 13 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 14 |
| Employee 14 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 08 |
| Employee 15 | 110000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 10 |
| Employee 16 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 16 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 02 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 20 |
| Working Employees | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | |
| Required Workforce | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | 2 2 4 4 3 3 | |
| Total schedule Cost : \$12676,00 | | | | | | | | | | | | | | | |

FIGURE 4 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.11.

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 14 |
| Employee 03 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 16 |
| Employee 04 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 16 |
| Employee 05 | 000000 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 06 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 14 |
| Employee 07 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 08 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 09 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 10 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 08 |
| Employee 11 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 08 |
| Employee 12 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 08 |
| Employee 13 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 10 |
| Employee 14 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 10 |
| Employee 15 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 16 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 02 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 03 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Working Employees | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Required Workforce | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Total schedule Cost : \$12516,00 | | | | | | | | | | | | | | | |

FIGURE 5 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.17.

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 10 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 03 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 04 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 16 |
| Employee 05 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 16 |
| Employee 06 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 07 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 08 |
| Employee 08 | 000000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 09 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 08 |
| Employee 10 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 10 |
| Employee 11 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 12 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 13 | 110000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 14 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 16 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 02 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 03 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 20 |
| Employee 04 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Working Employees | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Required Workforce | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Total schedule Cost : \$12356,00 | | | | | | | | | | | | | | | |

FIGURE 6 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.22.

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 12 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 03 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 04 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 08 |
| Employee 05 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 06 | 000000 | 110000 | 000000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 12 |
| Employee 07 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 08 |
| Employee 08 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 09 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 16 |
| Employee 10 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 16 |
| Employee 11 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 16 |
| Employee 12 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 16 |
| Employee 13 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 16 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 20 |
| Employee 02 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 20 |
| Employee 03 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 20 |
| Employee 04 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 20 |
| Employee 05 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 20 |
| Working Employees | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 |
| Required Workforce | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 |
| Total schedule Cost : \$12196,00 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 |

FIGURE 7 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.28.

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 08 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 03 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 14 |
| Employee 04 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 14 |
| Employee 05 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 06 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 08 |
| Employee 07 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 08 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 14 |
| Employee 09 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 10 |
| Employee 10 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 08 |
| Employee 11 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 16 |
| Employee 12 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 16 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 02 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 03 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 04 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 05 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 20 |
| Employee 06 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 20 |
| Working Employees | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Required Workforce | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Total schedule Cost : \$12036,00 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |

FIGURE 8 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.33.

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 08 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 03 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000011 | 10 |
| Employee 04 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 14 |
| Employee 05 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 14 |
| Employee 06 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 07 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 08 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 08 |
| Employee 09 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 12 |
| Employee 10 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 11 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 14 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 02 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 03 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 20 |
| Employee 04 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 05 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 20 |
| Employee 06 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 20 |
| Employee 07 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 20 |
| Working Employees | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Required Workforce | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Total schedule Cost : \$11876,00 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |

FIGURE 9 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.39.

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 03 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 04 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 08 |
| Employee 05 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 08 |
| Employee 06 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 07 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 14 |
| Employee 08 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Employee 09 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 14 |
| Employee 10 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 08 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 20 |
| Employee 02 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 20 |
| Employee 03 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 20 |
| Employee 04 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 20 |
| Employee 05 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 20 |
| Employee 06 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 20 |
| Employee 07 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 20 |
| Employee 08 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 20 |
| Working Employees | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 |
| Required Workforce | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 |
| Total schedule Cost : \$11716,00 | | | | | | | | | | | | | | | |

FIGURE 10 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.44.

| Schedule Day | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | Worked Periods |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Part-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 02 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 03 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 04 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 05 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 06 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 000011 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 07 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 08 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Employee 09 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 | 08 |
| Full-Time Employees | | | | | | | | | | | | | | | |
| Employee 01 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 02 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 03 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000000 | 000011 | 000011 | 000011 | 000011 | 000000 | 000011 | 000011 | 20 |
| Employee 04 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 05 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 06 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 07 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 000000 | 000000 | 001100 | 001100 | 000000 | 001100 | 001100 | 001100 | 001100 | 20 |
| Employee 08 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 20 |
| Employee 09 | 110000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 000000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 000000 | 110000 | 110000 | 110000 | 20 |
| Working Employees | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Required Workforce | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | 224433 | |
| Total schedule Cost : \$11556,00 | | | | | | | | | | | | | | | |

FIGURE 11 – Horaire initiale ayant un ratio employés temps plein / employés temps partiel de 0.50.