

## **Modélisation et simulation du mouvement des malades au niveau de l'hôpital Khelil Amrane Béjaïa, Algérie.**

Oudina S., Baalla M., Adel-Aissanou K. et Aïssani D.

Research Unit **LaMOS** (Modeling and Optimization of Systems) and Faculty of Exact Sciences, Bejaia University, Bejaia 06000, Algeria  
lamos\_bejaia@hotmail.com , ak\_adel@yahoo.fr

**Résumé** L'objectif de ce travail est d'évaluer les performances actuelles du service des urgences au niveau de l'Hôpital Khelil Amrane (Béjaïa), puis d'évaluer ces mêmes performances après modification de quelques paramètres du système. Nous avons modélisé le mouvement des malades de service des urgences au niveau de l'Hôpital Khellil Amrane par un réseau de files d'attente. Pour évaluer les performances de notre système, nous avons procédé par deux étapes : l'ajustement des lois qui régissent le système avec le test de Kolmogorov-Smirnov et la simulation à l'aide du l'environnement Matlab.

Une analyse sensitive a permis d'évaluer les performances du système en cas de changement de quelques paramètres (affectation d'un autre médecin à la salle de consultation, variation du nombre de lits affectés au niveau des autre salles,...).

**Mots clés :** Hôpital Khelil Amrane (Béjaïa), Service des urgences, Modélisation Mathématique, Réseaux de file d'attente, Ajustement, Simulation.

### **3.1 Introduction**

L'hôpital joue un rôle considérable dans la société, grâce à plusieurs facteurs : le progrès des sciences médicales, la concentration du personnel qualifié et des équipements spécialisés. Le système hospitalier doit être rendu accessible à toutes les classes sociales et couvrir l'étendue géographique où vit la population.

Les hôpitaux qui doivent, de par leur statut, répondre à des missions de service public, d'enseignement et de recherche sont confrontés à la nécessité d'optimiser leurs moyens matériels et humains en respectant leur fonction première : accueillir et soigner des malades en assurant la qualité et la sécurité des soins prodigués [1].

Les hôpitaux en Algérie n'ont pas encore acquit un mode de gestion efficace. La situation économique et sociale est liée aux problèmes rencontrés par les hôpitaux publics. La majorité des citoyens algériens continuent à se soigner dans les structures publiques, en raison de la détérioration de la situation sociale et à l'augmentation des prix des prestations de soins dans les structures privées. Ceci a engendré un flux très élevé de malades entraînant un certain nombre de problèmes, à savoir : temps d'attente très important dans les salles de soin (qui peut aggraver l'état de santé des malades), surcharge de quelques services d'hospitalisation et des personnels (c'est-à-dire que le nombre de lits et l'effectif du personnel ne sont pas suffisants pour couvrir toutes les demandes de soins).

Devant cette situation, les services d'accueil des urgences montrent de plus en plus un besoin

d'être assistés par des outils d'aide à la décision afin de mieux rentabiliser leur structure en assurant au patient un service rendu adapté et de qualité.

C'est dans ce contexte que nous avons réalisé ce travail qui consiste à mesurer les performances actuelles de l'Hôpital Khelil Amrane (Béjaia) et de voir l'impact d'un événement imprévu sur ces performances. Nous avons alors modélisé le mouvement des malades au niveau du service des urgences par un réseau de files d'attente. Pour évaluer les performances de notre modèle, nous avons eu besoin de connaître les différentes lois qui gouvernent le système. A cet effet, nous avons procédé par étapes :

- Collecte des données concernant les services des urgences ;
- Traitement de ces données ;
- Ajustement des différentes lois du système en se basant sur les données ;
- Simulation et évaluation des performances

### **3.2 La modélisation du mouvement des malades : état de l'art**

Le système de santé est l'un des systèmes le plus important de la civilisation moderne. Dans les systèmes de santé, les services des urgences sont les plus complexes. Ils fonctionnent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Ils font l'objet d'une demande croissante et sont généralement surchargés, leurs activités n'étant pas linéaire, elle varie continuellement. Les patients arrivent selon un processus stochastique aux urgences avec différents problèmes de santé et différents niveaux de gravité. Donc, certaines décisions vitales doivent être prises avec précision pour éviter de perdre du temps et aussi de fournir un mauvais traitement aux patients. Les managers hospitaliers ont besoin d'outils d'aide à la décision leur permettant de prendre en compte l'ensemble des acteurs de leurs services et les aléas qui les impactent en vue d'améliorer leurs fonctionnements et d'assurer une meilleure qualité de service aux patients. De nombreux travaux (génie logiciel, recherche opérationnelle...) ont été menés ces dernières années pour les aider dans cette démarche, en essayant, la plupart du temps, d'adapter les méthodes et outils ayant fait leurs preuves d'efficacité dans les systèmes industriels. Ces travaux montrent l'importance d'une bonne connaissance du système étudié et d'une bonne formalisation de cette connaissance, grâce notamment à la modélisation, pour pouvoir concevoir des outils d'aide à la décision adaptés. Ils montrent également les limites de l'adaptation de ces méthodes et outils aux systèmes hospitaliers. Dans ce sens, les auteurs de [4] abordent le problème de la minimisation du temps de cycle de parcours d'un patient au sein du service d'urgence de l'hôpital Habib Bourguiba Sfax (Tunisie) dont le but d'améliorer la performance de ce service. Ils ont commencé par la modélisation du processus de passage des patients. Celle-ci permet de mieux identifier les dysfonctionnements et problèmes rencontrés. Ensuite, ils ont proposé de passer à l'étape d'analyse par l'application des deux techniques complémentaires : la simulation et les réseaux de files d'attente. Ainsi, la simulation trouve son intérêt lorsqu'elle est utilisée pour modéliser les flux de patients complexes et pour tester les scénarios résultants du changement de certains paramètres. Dans cette recherche, les auteurs ont choisi la simulation des flux de patients en utilisant le logiciel Witness. Pour valider les résultats obtenus par ce logiciel, ils ont

proposé d'appliquer les réseaux de files d'attente. Les résultats obtenus par ces deux techniques étaient cohérents. Ils indiquent que les patients passent un temps d'attente plus important chez le médecin généraliste qu'au passage des patients chez le médecin spécialiste. De ce fait, ils ont utilisé le diagramme en arbre et la méthode AHP floue pour déterminer les indicateurs de performance sur lesquels ils ont agi et lancé à nouveau le modèle Witness. Ils ont terminé par l'application de la méthode PROMETHEE II floue [6] pour choisir les actions d'amélioration. Wang Tao [8] a travaillé sur l'organisation et pilotage des services sur le trajet des urgences. L'auteur a proposé des solutions appropriées aux services d'urgence permettant d'améliorer la prise en charge des urgences dans une vision globale intégrant l'ensemble des interactions entre les différents acteurs et entre les différents flux de patients. Notamment, son travail se focalise sur la gestion des lits d'hospitalisation en aval des urgences. un modèle mathématique est développé pour optimiser la planification des lits en tenant compte des flux des patients d'urgence et programmés. Il a étudié l'impact de la connaissance des disponibilités en lits d'aval au service d'urgence, et la planification des admissions en aval des urgences par le biais du couplage de méthodes de simulation et de recherche opérationnelle. Dans [7], les auteurs ont spécifié et ont développé une plate-forme de modélisation et de simulation dédiée aux systèmes hospitaliers, appelée medPRO (medical Process-Resource-Organisation), accompagnée d'une méthodologie d'analyse adaptée au domaine médical. Cette plate-forme est construite autour d'un cadre de modélisation et d'un guide méthodologique conçus pour un système hospitalier particulier. UML (Unified Modelling Language) a été choisi pour la modélisation de ces systèmes. Plusieurs points de vue sont proposés : Processus (vue centrée sur le patient), Ressource (comportement des ressources humaines et matérielles), et Organisation (relation entre les intervenants). Le comportement dynamique du modèle est spécifié grâce à une classe dédiée de réseaux de Petri, appelés réseaux de Petri de Santé : un algorithme de simulation à événements discrets a également été développé pour les réseaux de Petri. Une large partie de ce travail est dédiée au système de décision, qui est utilisé (i) pour appliquer des méthodes de planification et d'ordonnancement issues du génie industriel à des systèmes hospitaliers, et (ii) pour piloter le déroulement de la simulation en temps réel au travers d'une approche hybride hiérarchique/hétéroarchique. Trois études de cas sont également présentées pour montrer l'efficacité de la plateforme medPRO : ils se sont intéressés à l'unité neuro-vasculaire, à la pharmacie et au bloc opératoire du CHU de Saint-Etienne (France). Plusieurs outils d'optimisation spécifiques ont été développés et inclus dans la plate-forme. Colette Mercé et al. [1] ont détaillé la notion de "parcours du patient" qui constitue un concept nouveau qui dépasse en matière d'organisation et de rationalisation les approches traditionnelles. Gérer l'agenda du malade implique de recueillir le maximum d'informations sur le malade avant son entrée à l'hôpital et au début de son séjour puis tout au long de sa présence, de manière à effectuer une programmation prévisionnelle des soins et à raccourcir ainsi la durée de l'hospitalisation. Ce travail s'intéresse à l'analyse et à la modélisation du parcours du patient dans un contexte opérationnel. Ceci permet d'une part de mettre en relation les différents processus identifiés et d'autre part de positionner les différents centres de décisions impliqués. Il est alors possible d'envisager la planification

des activités associées à ce parcours afin de maîtriser au mieux son déroulement. Dans le but de modéliser et de simuler l'Unité d'Hémobiologie du Laboratoire Central de l'hôpital militaire régional universitaire d'Oran (HMRUO) en Algérie, et en utilisant la méthodologie ASCI (Analyse, Spécification, Conception et Implémentation), les auteurs de [5] ont procédé à l'évaluation du taux d'utilisation des salles et des médecins de cette unité. Pour cela, ils ont utilisé l'outil ARIS pour spécifier le modèle de connaissance ainsi que SIMULA, Witness et QNAP2 pour le passage d'un modèle de connaissance vers des modèles d'action. Un modèle intermédiaire de réseau de files d'attente a été employé. Nabila Dehas et al [2] ont fait une première étude sur la modélisation du mouvement des malades au urgences de l'hôpital Khelil Amrane béjaia (Algérie) selon l'organisation de 1999. D'autres travaux liés à la gestion hospitalière sont détaillés dans [3].

### **3.3 Mouvement des malades aux urgences de l'hôpital Khelil Amrane**

Généralement, tous les malades avec leurs accompagnateurs, sont reçus au niveau de la salle d'attente, ou ils attendent leurs tours de passage. Les cas jugés graves par l'infirmier de service seront prioritaires et introduits directement dans la salle de consultation.

Après consultation et diagnostic, Le médecin prendra la décision appropriée.

Trois cas de figure peuvent se présenter :

- Le malade nécessite seulement un traitement médical, et juste une ordonnance médicale sera délivrée.
- Le malade est blessé ou fracturé, il est orienté vers les salles de soins ou de plâtre puis, sortira après traitement.
- Le malade présentant des signes de gravités est orienté par le médecin à la salle d'observation pour établissement de bilans standards et de radios, afin de la traiter ou de déterminer sa pathologie.

La décision de sa sortie, de son hospitalisation, ou de son évacuation sera prise après analyse du bilan médical par le médecin.

Le schéma 3.2 illustre les différentes étapes du mouvement des malades au niveau du service des urgences.

### **3.4 Collecte des données**

Pour identifier les paramètres de notre modèle, nous avons effectué une collecte de données nécessaire à notre travail. Pour ce faire, avons chercher les informations sur une durée de 10 jours à raison 8h par jour.

Nous avons utilisé deux méthodes pour la collecte des données :

1. Enregistrer manuellement les entrées et les sorties des malades au niveau de la salle de consultation au service des urgences

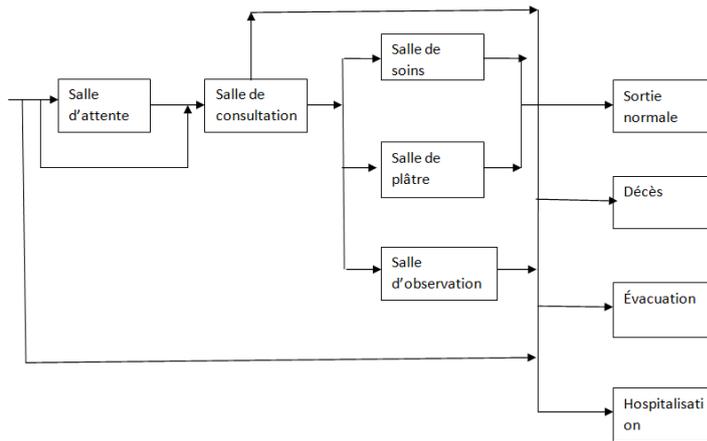


FIGURE 3.1: Mouvements des malades au niveau du service des urgences.

- Nous avons utilisé le registre des arrivées des malades de la salle de la consultation et les temps des entrées et des sorties au niveau de la salle d'observation, la salle de soins, la salle de plâtre.

### 3.5 Modélisation du mouvement des malades

Le mouvement des malades au niveau de l'Hôpital Khelil Amrane peut être modélisé par un réseau de files d'attente. Les malades représentent les arrivées dans le système. Ils se distinguent par leurs classes, les serveurs du système sont les salles de consultation, la salle des soins, la salle de plâtre ou la salle d'observation.

#### 3.5.1 Description des arrivées

##### Classes des malades

Les malades arrivés à l'Hôpital sont répartis en 02 classes :

C1 : Les malades jugés très grave.

C2 : Les malades moins graves.

Les données nous ont permis de calculer les proportions de chaque classe. Le tableau 3.1 résume les résultats obtenus.

Classe	C1	C2
Fréquence	0.34	0.66
Fréquence cumulée	0.34	1

TABLE 3.1: Fréquence des arrivées à la salle de consultation par classe.

## Identification du flot des arrivées

Pour déterminer le flot des arrivées, nous avons utilisé 02 types de données :

- Le premier type de données utilisées s'étalent de la période allant du 1<sup>er</sup> Avril 2016 au 30 Avril 2016, prélevées sur les registres tenus au niveau du service des urgences.
- Le deuxième type de données sont collectées au niveau de la salle d'attente sur une période de 03 jours.

Soient :

$X_1$  : le nombre des malades arrivés à une date donnée.

$X_2$  : représente l'intervalle de temps, en heure, séparant deux arrivées.

Les résultats obtenus après l'ajustement des variables  $X_1$  et  $X_2$  par le test de Kolmogorov-Smirnov sont présentés sur le tableau 3.2 :

Variable	Lois	KS Calcul	KS théor	Taille d'échant	Paramètre
$X_1$	Poisson	0.15426	0.23527	48	m=89.63889
$X_2$	Poisson	0.12536	0.290	30	m=89.63889

TABLE 3.2: Ajustement des arrivées .

## Présentation des résultats

L'ajustement de la variable  $X_1$  par une loi de Poisson donne une statistique de Kolmogorov-Smirnov égale à 0.15426. cette valeur est inférieure à la valeur tabulée (0.18763), au niveau  $\alpha=0.01$ . L'ajustement de la variable  $X_2$  par une loi de Poisson donne une statistique de Kolmogorov-Smirnov égale à 0.12536. cette valeur est inférieure à la valeur tabulée (0.240), au niveau  $\alpha=0.01$ .

### 3.5.2 Description des serveurs

Aprésent, nous allons définir les serveurs de chaque salle du service des urgences.

#### Type de serveur

Le service des urgences est composé de 04 stations : la salle de soins, la salle de plâtre, la salle d'observation et salle de consultation. Tous les malades passent par la salle de consultation.

A la sortie de cette salle, certains malades sont orientés vers d'autres salles. On sépare 04 classes de la manière suivante :

$C_3$  : Elle représente les malades qui sont affectés à la salle de soins.

$C_4$  : Elle représente les malades qui sont affectés à la salle de plâtre.

$C_5$  : Elle représente les malades qui sont affectés à la salle d'observation.

$C6$  : Elle représente les malades sortant après consultation.

Les fréquences associées à ces classes sont regroupées dans le tableau 3.3 :

Classe	$C3$	$C4$	$C5$	$C6$
Fréquence	0.06	0.21	0.34	0.39
Fréquence cumulée	0.06	0.27	0.61	1

TABLE 3.3: Les fréquences associées à chaque classes.

A la sortie d'un malade de la salle d'observation, soit il est hospitalisé, soit il quitte le système, selon les fréquences cumulées citées dans le tableau 3.4

Classe	Orientation	Hospitalisation
Fréquence	0.16	0.84
Fréquence cumulée	0.16	1

TABLE 3.4: Fréquences d'orientation des malades.

### 3.5.3 Discipline de service

La discipline de service de chaque serveur est la suivante :

- Pour la salle de consultation, la discipline de service entre les malades de la classe  $C1$  et ceux de classe  $C2$  est la priorité relative.
- Pour les autres salles, les malades sont servis selon la discipline FIFO.
- Le nombre de serveurs associés à chaque salle du service des urgences est présenté par le tableau 3.5

Salle	Nombre de serveurs
Consultation	02 médecins
Soins	03 paillasse
Plâtre	01 paillasse
Observation	15 lits

TABLE 3.5: Les serveurs associés à chaque salle de service des urgences.

### 3.5.4 Identification de la loi de la durée de service

Les durées de service données en minute, pour la salle de consultation, la salle de soins et la salle de plâtre. Les durées de service données en jour, pour la salle d'observation et sont calculées par la formule 3.1

$$D_i = S_i - E_i \quad (3.1)$$

avec

$E_i$  : temps d'entrée d'un malade  $i$  ;

$S_i$  : temps de sortie d'un malade  $i$  ;

On considère

$Y1$  : la durée de service dans la salle de consultation.

$Y2$  : la durée de service dans la salle de plâtre.

$Y3$  : la durée de service dans la salle de soins.

$Y4$  : la durée de service dans la salle d'observation.

Les lois des durées de service sont ajustées à l'aide du test de Kolmogorov-Smirnov. Les résultats obtenus sont représentés sur le tableau 4.1

Variable	Lois	KS Calcul	KS théor	Taille d'échant	Paramètre
Y1	Exponentielle	0.1619	0.221814904	54	m=0.05337362
Y2	Exponentielle	0.25898	0.290	30	m=0.05628518
Y3	Exponentielle	0.31999	0.356	20	m= 0.06116208
Y4	Exponentielle	0.14643	0.270	35	m=0.1320755

TABLE 3.6: Ajustement des durées des salles.

### 3.5.5 Interprétation

L'ajustement des variable  $Y1$ ,  $Y2$ ,  $Y3$  et  $Y4$  par une loi Exponentielle donne des statistiques inférieures aux valeurs tabulées de Kolmogorov-Smirnov, au niveau  $\alpha=0.01$ . On accepte alors l'ajustement des durées de service des salles par une loi exponentielle.

## 3.6 Le modèle obtenu

Nous avons modélisé le système par un réseau de files d'attente.

- La première file correspond à la salle de consultation. Elle est de type  $M/M/2$ .
- La deuxième file correspond à la salle de soins. Elle est de type  $M/M/3$ .
- La troisième file correspond à la salle de plâtre. Elle est de type  $M/M/1$ .
- La quatrième file correspond à la salle d'observation. Elle est de type  $M/M/15$ .

## 3.7 Simulation

Dans cette partie, nous constituons un algorithme sur l'environnement Matlab pour évaluer les performances du système en cas de changement de quelques paramètres : le taux d'arrivée, le taux de service et les fréquences des malades qui sont affectés de la salle de consultation vers

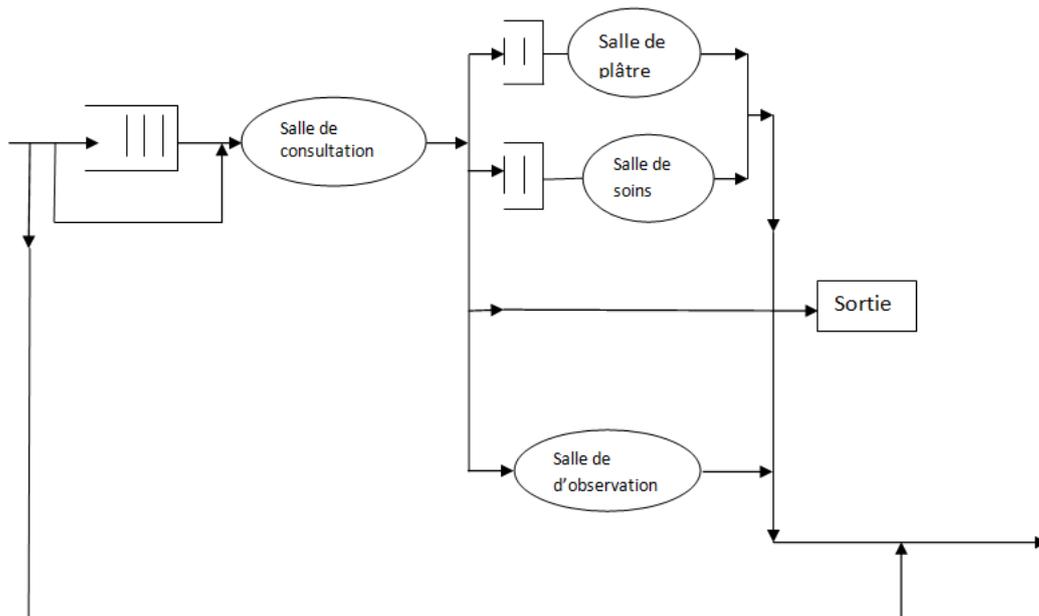


FIGURE 3.2: Modèle analytique.

les autres salles.

Cet algorithme se représente comme suit :

**Etape01** : lire  $(\lambda, \mu, s$  et  $p1, p2, p3)$  ;

**Etape02** : calculer les caractéristiques du système de files d'attente suivant :

**si**  $M/M/1$  **alors**

$$L_s = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$$L_q = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

$$W_q = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

**sinon**  $M/M/s$

avec  $P_0$  est la probabilité que la station soit vide.

$$p_0 = \left[ \sum_{n=0}^s \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^{s+1}}{s!(s - \lambda/\mu)} \right]^{-1}$$

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_q = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \frac{1}{s!} \frac{\rho}{(1 - \rho)^2} p_0$$

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

Les tableaux 4.4,3.8, 3.9 et 3.10 résument les résultats obtenus par notre algorithme

Les données	Les entrés	Les résultats	Les sorties
$s$	2	$L_s$	0.0139
$\lambda$	15	$Lq_1$	0.0071
$\mu$	20	$Lq_2$	0.0018
$p_1$	0,2	$W_s$	0.1006
$P_2$	0,35	$Wq_1$	4.7217e-004
$p_3$	0,1	$Wq_2$	1.2221e-004

TABLE 3.7: Les résultats de simulation de service des urgences si  $\lambda = 15$  et  $\mu = 20$ .

Les données	Les entrés	Les résultats	Les sorties
$s$	2	$L_s$	0.0322
$\lambda$	10	$Lq_1$	0.0142
$\mu$	12	$Lq_2$	0.0041
$p_1$	0,5	$W_s$	0.1685
$P_2$	0,1	$Wq_1$	0.0014
$p_3$	0,2	$Wq_2$	4.1335e-004

TABLE 3.8: Les résultats de simulation de service des urgences si  $\lambda = 10$  et  $\mu = 12$ .

Les données	Les entrés	Les résultats	Les sorties
$S$	2	$L_s$	0.0172
$\lambda$	20	$Lq_1$	0.0110
$\mu$	18	$Lq_2$	7.6153e-014
$p_1$	0,1	$W_s$	0.1117
$P_2$	0,3	$Wq_1$	5.4924e-004
$p_3$	0,5	$Wq_2$	3.8077e-015

TABLE 3.9: Les résultats de simulation de service des urgences si  $\lambda = 20$  et  $\mu = 18$ .

Tableau 4 :

Sachant que :

$\lambda$  : le nombre des malades arrivés par heure.

$\mu$  : le nombre des malades sortis par heure.

$p_1$  : La fréquence des malades qui sont affectés vers la salle de soins.

$P_2$  : La fréquence des malades qui sont affectés vers la salle de plâtre.

Les données	Les entrés	Les résultats	Les sorties
$s$	2	$L_s$	-0.0621
$\lambda$	35	$Lq_1$	-0.0786
$\mu$	12	$Lq_2$	0.0026
$p_1$	0,1	$W_s$	0.1645
$P_2$	0,2	$Wq_1$	-0.0022
$p_3$	0,15	$Wq_2$	7.4614e-005

TABLE 3.10: Les résultats de simulation de service des urgences si  $\lambda = 35$  et  $\mu = 12$ .

$p_3$  : La fréquence des malades qui sont affectés vers la salle d'observation.

$L_s$  : Le nombre moyen de clients dans le système.

$Lq_1$  : Le nombre moyen de clients dans la salle de consultation.

$Lq_2$  : Le nombre moyen de clients dans les autres salles.

$W_s$  : Temps moyen de séjour d'un client dans le système.

$Wq_1$  : Temps moyen d'attente d'un client dans la salle de consultation.

$Wq_2$  : Temps moyen d'attente d'un client dans les autres salles.

### 3.7.1 Discussion

Les résultats présentés dans les tableaux 4.4 et 3.8 montrent que lorsque le taux  $\lambda$  des arrivées aux urgences est inférieur au temps moyen de service  $\mu$  ( $\lambda < \mu$ ), le système est stable. C'est à dire que les capacités de l'hôpital à l'heure de notre étude peuvent répondre aux besoins des citoyens. Par contre, et d'après les tableaux 3.9 et 3.10, quand  $\mu$  ( $\lambda > \mu$ ), le système est instable. Pratiquement, cette situation correspond aux cas où le flux des malades augmente à cause d'un imprévu (accident, épidémie, malaies saisonnière...). C'est une situation qui exige que les dirigeants du service des urgences doivent réagir au plus vite en trouvant des solutions immédiates.

## 3.8 Conclusion

Dans ce travail, nous avons présenté une méthodologie de modélisation du mouvement des malades au niveau du service des urgences de l'Hôpital Khellil Amrane de Béjaia, en vue de déterminer les besoins théoriques de chaque salle de service. Le mouvement des malades (au niveau du service des urgences) a été modélisé par un réseau de file d'attente. Le traitement statistique des données a permis de déterminer les lois régissant le modèle. Il révèle que le processus d'arrivées des malades est Poissonien, et que la loi de chaque salle associée au service des urgences est exponentielle. L'ajustement de ces lois a été validé par le test de Kolmogorov-Smirnov.

Pour voir les limites du service d'urgence tel qu'il est actuellement, nous avons réalisé des simulations pour différentes valeurs du taux des arrivées des patients et du temps moyen de service. Cette procédure montre l'impact d'une situation inhabituelle sur la performance du système.

Pour trouver des solutions, nous avons formulé des recommandations aux dirigeants du service des urgences. Ces recommandations sont :

- Définir un plan d’actions en cas d’une situation sanitaires inhabituelle, par exemple : faire appel à d’autres médecins urgentistes ou mobiliser les étudiants internistes pour une bonne prise en charge, mobiliser des lits dans d’autres services pour les patients nécessitant une prise en charge prolongée, orienter les patients peu urgents vers d’autres structures de santé.
- Mettre en place un système d’information pour la collecte des données et effectuer des prévisions pour préméditer la prise de décision.
- Modifié le réseau de file d’attente donné dans ce travail pour voir l’impact de l’ajout d’un médecin ou de lits sur le fonctionnement du service des urgences.

Plusieurs travaux de recherches peuvent compléter ce travail : La modélisation et la simulation des autres services de l’hôpital, l’utilisation d’autres outils de modélisation et de simulation, l’étude de la planification des services de l’hôpital.

## Références

1. Colette, M., Gérard, F., Daniel, D. (2004). 'Analyse et modélisation du parcours du patient'. *Logistique et Management*. pp 263-44.
2. Dehas, N., Aïssani, A., Adjabi, S., Abedrahmani, H. (2006). 'Evaluation des Performances d’un Système de Santé : Cas de l’Hôpital Khellil Amrane (Béjaïa)', GISEH'06, septembre 2006 Luxembourg .
3. El oualidi, M., Saadi, J., El hiki, L., Artiba, A., Bellabdaoui, A. (2010). 'Modélisation et simulation du flux des patients au service des urgences. Cas de l’hôpital Ibn Rochd à Casablanca (Maroc)'. Conférence Francophone Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers. Maroc.
4. Jlassi, J. (2009). 'Amélioration de la performance par la modélisation des flux logistiques des patients dans un service d’urgence hospitalier'. *Thèse de Doctorat*, Sciences de l’ingénieur [physics]. Université Paris VIII Vincennes-Saint Denis.
5. Khaled, B., Alain, T. (2010). 'Modélisation et simulation de l’unité d’hémobiologie du laboratoire central de l’Hmruo d’Oran-Algérie', *In proceeding 8<sup>ème</sup> Conférence Internationale de MOdélisation et SIMulation - MOSIM'10, 10 au 12 mai 2010*. pp 974-50.
6. Martel, A. (1979). 'Technique et application de la recherche opérationnelle', Edition Gieten Morin.
7. Vincent, A. (2008). 'Modélisation, analyse et pilotage de flux en milieu hospitalier à l’aide d’UML et des réseaux de Petri'. *Thèse de Doctorat*, Génie Industriel. Université de Lille.
8. Wang, T. (2008). 'Organisation et pilotage des services sur le trajet des urgences'. *Thèse de Doctorat*, Informatique. INSA de Lyon.