

Simulation des Flux du Service d'Imagerie : Une Approche de simulation Multiservices pour la Gestion des Problèmes de Surcharge

Ahmed Bakali El Kassimi ^{1,2}, Marianne Sarazin ^{1,2,3}, Xiaolan Xie ², Pierre Luc Fresard ¹, Bertrand Semay ¹

¹ Equipe de recherche Aésio Santé de Saint Etienne, Clinique médico-chirurgicale mutualiste, Saint-Étienne, France

² Mines Saint-Etienne, Univ Clermont Auvergne, INP Clermont Auvergne, CNRS UMR 6158 LIMOS, Saint-Étienne, France

³ Sorbonne Université, INSERM, Institut Pierre Louis d'épidémiologie et de Santé Publique, Paris, France

Résumé. Le service d'imagerie joue un rôle crucial et transversal dans les hôpitaux, répondant aux demandes variées des praticiens internes et externes. Ces demandes, qu'elles soient planifiées à l'avance ou urgentes, nécessitent une organisation flexible pour s'adapter aux fluctuations des besoins et aux contraintes spécifiques de chaque acte (ressources, matériel, délais). Pour gérer ces flux, les gestionnaires du service élaborent des plannings prévisionnels en réservant une marge pour les urgences afin de minimiser les perturbations. Cependant, sans un système centralisé d'aide à la décision offrant une vue d'ensemble des contraintes, ils font souvent face à des périodes de surcharge, entraînant des temps d'attente prolongés pour les patients et une surutilisation des ressources. Cette problématique, soulevée par notre établissement, est le sujet de cette étude, pertinente pour de nombreux gestionnaires de services transversaux. L'étude a utilisé les données de l'hôpital pour l'année 2022 pour développer un modèle de simulation multi-services. Cette simulation a permis de détecter les causes de la surcharge et de formuler des solutions adaptées. Les résultats montrent que cette surcharge est principalement due à une mauvaise gestion des flux internes provenant de l'orthopédie. Un scénario de lissage de ces arrivées s'est révélé prometteur pour réduire les périodes de surcharge.

Mots clés: Modélisation et simulation de flux, Service d'imagerie, Scénarios d'amélioration

Resumen. El servicio de imagenología desempeña un papel crucial y transversal en los hospitales, respondiendo a las variadas demandas de los profesionales internos y externos. Estas demandas, ya sean planificadas con antelación o urgentes, requieren una organización flexible para adaptarse a las fluctuaciones de las necesidades y a las restricciones específicas de cada cita (recursos, equipos, plazos). Para gestionar estos flujos, los administradores del servicio elaboran planes provisionales, reservando un margen para las urgencias con el fin de minimizar las perturbaciones. Sin embargo, sin un sistema centralizado de ayuda a la decisión que ofrezca una visión global de las restricciones, a menudo se enfrentan a períodos de sobrecarga, lo que provoca tiempos de espera prolongados para los pacientes y una sobreutilización de los recursos. Esta problemática, planteada por nuestro establecimiento, es el tema de este estudio, relevante para muchos administradores de servicios transversales. El estudio utilizó los datos del hospital del año 2022 para desarrollar un modelo de simulación multiservicios. Esta simulación permitió identificar las causas de la sobrecarga y formular soluciones adecuadas. Los resultados muestran que esta sobrecarga se debe principalmente a una mala gestión de las demandas proveniente del departamento de ortopedia. Un escenario de redistribución de las citas resultó prometedor para reducir los períodos de sobrecarga.

Palabras clave: Modelización y simulación, Servicio de imagenología, Escenarios de mejora.

Introduction

Les cliniques et les hôpitaux visent constamment à offrir une large gamme de services afin de répondre aux demandes et aux besoins de leur patientèle. Bien que certaines divisions puissent se faire par spécialité, certains services demeurent polyvalents, devant satisfaire les demandes à la fois des services internes et externes. C'est notamment le cas du service d'imagerie au sein de notre hôpital partenaire qui fait face à diverses catégories de flux :

- **Flux interne** : Il englobe les patients provenant des départements internes, qui peuvent se diviser en deux catégories :
 - **Flux interne programmé** : Il s'agit des demandes qui proviennent des autres services au sein de l'établissement et qui peuvent être planifiées à l'avance, telles que les bilans radiologiques de première consultation, ou des consultations de suivi.
 - **Flux interne non programmé** : Il s'agit d'un flux imprévisible accueilli au fur et à mesure de l'arrivée des patients au pôle d'urgence de l'établissement, ainsi que des demandes en provenance du bloc opératoire, du service de réanimation et du service d'hospitalisation. Selon leur nature, ces flux peuvent entrer en interaction ou non avec le reste des flux programmés.
- **Flux externe** : De nature prévisible, il concerne les rendez-vous programmés pour lesquels le prescripteur ne fait pas partie de l'établissement (par exemple, médecins traitants, spécialistes, etc.).

La diversité des flux souligne les contraintes organisationnelles auxquelles le service d'imagerie de notre hôpital doit faire face. Les équipes ont signalé que, bien que la planification du flux interne soit prévisible, leur cadence est difficile à maîtriser en raison d'un manque de coordination entre le service d'imagerie et les autres services, notamment en ce qui concerne la disponibilité des plages des rendez-vous. En conséquence, le service se trouve parfois contraint de répondre à des demandes internes même lorsque les plages sont déjà toutes remplies. Cette situation entraîne une surcharge, des délais d'attente importants et des retards perturbant le fonctionnement normal du service, ce qui impacte la satisfaction des patients. Notre étude propose dans ce cadre un modèle de simulation des flux pour analyser les causes de ces problèmes et proposer des solutions appropriées. Bien que les solutions soient spécifiquement adaptées à notre établissement, nous sommes convaincus que notre approche et notre modèle peuvent être adaptés à d'autres établissements pour étudier et résoudre des problématiques organisationnelles similaires.

La suite de cet article suivra la structure suivante : nous commencerons par une revue de l'état de l'art sur l'application des modèles de simulation en santé, puis nous détaillerons la méthodologie utilisée, pour conclure par une analyse détaillée des résultats et des perspectives envisageables.

1 Etat de l'art

Les modèles de simulation à événements discrets ont trouvé une large application dans le secteur de la santé, servant à étudier et résoudre diverses problématiques. Une revue de littérature menée par [Vázquez-Serrano et al., 2021] sur 231 articles utilisant ces modèles met en évidence un intérêt croissant pour leur utilisation, en particulier dans les services d'urgence et les centres de santé, visant à optimiser l'allocation des ressources ainsi qu'à améliorer les délais et les performances des services. Le service d'imagerie attire également l'attention des praticiens et des chercheurs en raison des défis organisationnels spécifiques auxquels il est confronté. La gestion des rendez-vous dans ce service est complexe, par opposition aux programmations des interventions ou des services sur rendez-vous, car elle concerne à la fois les patients programmés et les patients en situation d'urgence [Luo et al., 2018]. [Ramis et al., 2008] ont développé un simulateur pour faciliter les études de simulation des centres médicaux d'imagerie, avec un exemple visant à améliorer les temps

d'attente et le taux d'utilisation des équipements dans un hôpital au Chili. [Badilla-Murillo et al., 2020] ont déployé et validé un modèle de simulation pour analyser la capacité d'une salle d'angiographie jugée insuffisante, proposant un scénario de doublement de capacité qui a significativement amélioré le rendement mensuel de la salle. [Shakoor et al., 2021] ont réalisé une étude de simulation pour améliorer les performances d'un département de radiologie d'un hôpital privé, comparant l'efficacité des stratégies implémentées aux stratégies proposées. Les résultats ont montré que les nouvelles stratégies permettent de traiter tous les patients à leur arrivée sans nécessité de reprogrammation. [Luo et al., 2018] ont introduit des modèles de recherche opérationnelle pour tester des stratégies de réservation de plages pour des patients urgents en radiologie à travers un modèle de simulation à événements discrets. Ces exemples d'études soulignent l'intérêt du déploiement de modèles de simulation dans la résolution des problèmes organisationnels et la validation des stratégies d'amélioration. Dans le cadre de notre étude, nous proposons le déploiement d'un modèle de simulation afin de comprendre les causes des problèmes de surcharge au sein du service d'imagerie et de proposer des solutions adaptées à notre contexte.

2 Méthodologie

Pour cerner l'origine du problème de surcharge du service d'imagerie, nous avons suivi une démarche de résolution de problème classique. La première étape consiste à **Définir** clairement le problème avec les équipes, à collecter des données pour **Mesurer** et quantifier son ampleur, à **Analyser** les causes racines, et enfin à **Innover** et proposer des solutions adéquates. Un modèle de simulation des flux du service de radiologie a été élaboré avec le logiciel de simulation Anylogic 8.4, pour lequel notre établissement dispose d'une licence. Ce logiciel s'est révélé être un outil efficace, permettant de combiner les concepts de simulation à événements discrets pour modéliser et simuler les flux, ainsi que la simulation à base d'agents pour représenter de manière réaliste les visites individuelles de chaque patient (agent) au sein de l'hôpital. Les parties suivantes détaillent chaque axe de travail.

2.1 Définition du problème

Le service d'imagerie de notre hôpital partenaire fait face fréquemment à des problèmes de surcharge. Les équipes identifient la principale cause de ce problème comme une gestion inadéquate des flux internes programmés, due à un manque de coordination entre les services sollicitant l'imagerie. Plusieurs facteurs potentiels ont été relevés, tels que le regroupement des rendez-vous de consultation avec les bilans radiologiques, en particulier pour le département d'orthopédie. Bien que ce regroupement vise à limiter le nombre de déplacements des patients à l'hôpital, elle provoque des arrivées groupées qui surchargent le service. Notre étude analyse ces situations pour mieux comprendre les raisons de ces pics de surcharge et proposer des solutions efficaces.

2.2 Collecte et préparation des données

Pour atteindre les objectifs de cette étude, nous avons recueilli l'historique des données enregistrées en 2022 au sein de notre hôpital partenaire, provenant de différents services : le service d'imagerie, les consultations d'orthopédie, les consultations d'anesthésie, et les plannings des réunions d'informations programmées dans le cadre de la prise en charge préopératoire des chirurgies de prothèses de hanche et de genou. Ces services ont été identifiés comme ayant le plus d'impact en cas de visites multiservices (c'est-à-dire, des visites au cours desquelles le patient consulte au moins un autre service que l'imagerie). Les données collectées ont été traitées et analysées pour constituer un échantillon complet des visites des patients à l'établissement par jour

sur une année entière. Nos analyses se concentreront sur trois salles principales où le problème de surcharge a été régulièrement signalé par les équipes : la salle 1, la salle 2 et la salle 3.

Salle	Catégorie de flux				Total par salle	Pourcentage par salle(%)
	URGENCE (CMSI)	EXTERNE	INTERNE	ORTHOPEDIE		
Salle 4	7153	1492	2655	4173	15473	25
Salle 5	1681	7109	2977	378	12145	19
Salle 6	220	4897	1129	23	6269	10
Salle 1	45	2335	317	3800	6497	10%
Salle 7	291	3303	962	62	4618	7
Salle 2	40	1983	259	2163	4445	7%
Salle 3	3	1870	22	1839	3734	6%
Salle 8	17	2793	473	0	3283	5
Salle 9	162	1406	129	264	1961	3
Salle 10	130	1236	267	80	1713	3
Salle 11	12	429	445	256	1142	2
Salle 12	44	458	41	75	618	1
Salle 13	428	17	11	4	460	1
NA	2	78	70	2	152	0
Salle 14	0	1	3	0	4	0
Total par catégorie de flux	10228	29407	9760	13119	62 514	
Pourcentage par catégorie de flux (%)	16%	47%	16%	21%		

Tableau 1 : Pourcentages des actes d'imagerie par salle et par catégorie de flux

Le tableau suivant présente la répartition des visites des patients pour l'année 2022 distinguant entre les visites exclusives à un seul service et les visites multi-services :

Rendez-vous aux services d'orthopédie, d'anesthésie, de réunion d'information		Nombre
Visite exclusive du service d'orthopédie		12744
Visite exclusive du service d'anesthésie		13545
Visite exclusive à la réunion d'information		535
Rendez-vous/ multi rendez-vous au service d'imagerie		
1	Visite exclusive du service d'imagerie	50706
2	Visite multi-services [Service d'imagerie, Service d'orthopédie]	3818
3	Visite multi-services [Service d'imagerie, Réunion d'information]	245
4	Visite multi-services [Service d'imagerie, Service d'anesthésie]	290
5	Visite multi-services [Service d'imagerie, Service d'anesthésie, Réunion d'information]	166
6	Visite multi-services [Service d'imagerie, Service d'anesthésie, Service d'orthopédie]	17

Tableau 2 : Répartition et description des visites exclusives et des visites multi services

2.3. Conception du modèle de la simulation

Le modèle de simulation a été conçu pour deux raisons principales. La première est de simuler les visites des patients à l'hôpital afin d'identifier les périodes de surcharge du service d'imagerie. Grâce à des indicateurs de performance, nous avons pu évaluer les principales causes de ces surcharges, en examinant la nature des flux reçus pendant ces périodes, en fonction de leur provenance et du type de visite du patient. La deuxième raison est de tester de nouvelles stratégies d'organisation pour atténuer ce problème et de démontrer leur efficacité tout au long de l'année.

Structure et paramètres du modèle

Le modèle est une simulation à événements discrets dans lequel nous introduisons les arrivées programmées des patients. Chaque visite se compose d'un ou plusieurs rendez-vous, chacun défini par des caractéristiques telles que la nature de l'acte d'imagerie à effectuer, le prescripteur, les ressources impliquées et la durée prévue du rendez-vous. En raison d'un manque de données précises sur les horaires d'entrée et de sortie des services, la durée de chaque rendez-vous a été estimée à l'aide d'une loi triangulaire basée sur les durées théoriques prévues lors de la planification des rendez-vous (voir le Tableau 3). Nous avons confirmé avec les équipes que l'arrivée de chaque patient suppose la disponibilité des ressources nécessaires pour répondre à ses besoins. Par conséquent, la génération des arrivées de patients dans le modèle de simulation sera basée sur les horaires d'ouverture, de pause et de fermeture des services afin de garantir une représentation réaliste.

	Actes	Durée estimée	
Service d'imagerie Merci de consulter les notes (1) et (2) pour plus de détails sur la formulation de l'estimation de la durée des actes d'imagerie.	Famille des actes de radio Famille Consultations Famille des actes scanner Bellevue	$(0.5 * (\text{Nombre d'actes} + 1)) * \text{triangulaire} (10, 15, 20)$	
	Famille des actes d'échographie Famille des actes EOS Famille des infiltrations Famille des actes d'arthrographie	$(0.5 * (\text{Nombre d'actes} + 1)) * \text{triangulaire} (15, 20, 25)$	
	Famille des actes kiné Famille des mammographies Famille des ponctions Famille Gynécologie Famille Sage-Femme Famille ostéo	$(0.5 * (\text{Nombre d'actes} + 1)) * \text{triangulaire} (25, 30, 35)$	
	Famille digestif Famille artériographie	$(0.5 * (\text{Nombre d'actes} + 1)) * \text{triangulaire} (50, 60, 70)$	
	Famille urodynamique	$(0.5 * (\text{Nombre d'actes} + 1)) * \text{triangulaire} (40, 45, 50)$	
	Service d'orthopédie	Consultation 1 ^{er} fois Consultation de suivi	triangulaire (10, 15, 20) triangulaire (8, 10, 12)
	Service d'anesthésie	Consultation d'anesthésie	triangular (15, 20, 25)
	Réunion d'informations		triangular (50, 60, 70)

Tableau 3 : Estimations des durées des rendez-vous par service et par nature de l'acte

Indicateurs de performance

Indicateur	Description
Le mode de fonctionnement par salle	Nous distinguons trois modes : Normal, en surcharge, en pause
Durée par mode de fonctionnement par salle (en min)	Durée cumulée sur l'année (en minutes) par mode de fonctionnement
Pourcentage des patients par type de prescripteur dans chaque mode	%
Pourcentage des patients par type de rendez-vous (exclusif, multi rendez-vous) dans chaque mode	%
Nombre moyen des patients en file dans chaque mode	
Moyennes quotidiennes des périodes de surcharge par salle (en minutes)	
Moyennes horaires des périodes de surcharge par salle (en minutes)	Les moyennes horaires sont calculées sur 12 périodes d'une heure (P1 à P12), de 8h du matin à 20h (la période P1 correspondant à 8h-9h et la période P12 à 19h-20h)

Tableau 4 : Indicateurs de performance

Validation du modèle

Étant donné que le modèle de simulation repose principalement sur des estimations élaborées en étroite collaboration avec les équipes, la validation numérique a été un défi en raison de l'absence de données quantitatives précises sur les entrées et sorties des patients dans les différents services et salles. La validation

1 Lors d'un rendez-vous au service d'imagerie, un patient peut effectuer plusieurs actes de la même famille dans la même salle. La variable « Nombre d'actes » représente le nombre total des actes effectués dans une salle.

2 Il a été convenu avec les équipes qu'un acte supplémentaire réalisé dans une salle prendra 50% de la durée prévue initialement. Par conséquent, le paramètre « Nombre d'actes » a été ajouté à l'estimation de la durée pour ajuster la durée initiale en conséquence.

s'est donc appuyée sur les plages de valeurs des indicateurs du modèle, notamment les périodes de surcharge, leurs moments d'occurrence et leur impact sur le déroulement normal des flux. Les valeurs moyennes obtenues à partir de 30 réplifications ont été jugées cohérentes par rapport à l'expérience des équipes, malgré le manque de données chiffrées précises.

2.4. Analyse des courbes de flux et détection des causes racines de la surcharge

Caractérisation du problème de surcharge

Nous identifions les pics de surcharge en évaluant le nombre de patients en attente dans chaque salle. Les périodes de surcharge surviennent lorsque le nombre de patients en file d'attente excède un seuil prédéfini. Ce seuil prend en considération la nature des actes réalisés dans chaque salle, le nombre de ressources disponibles, la durée de l'acte, l'afflux des patients et la durée d'attente acceptable pour chaque patient. Pour les trois salles étudiées, la valeur de ce seuil a été déterminée en collaboration avec les équipes à 4 patients en attente. À partir de ce seuil, nous définissons trois périodes de fonctionnement :

- **Période de fonctionnement normale** : Période où le nombre de patients en file d'attente fluctue entre 1 et le seuil défini.
- **Période de fonctionnement en surcharge** : Période où le nombre de patients présents dépasse le seuil défini.
- **Période de fonctionnement en pause** : Période où la file d'attente est vide.

Mesure du problème de surcharge et détection des causes racines

La quantification du problème de surcharge s'effectue en imposant une contrainte de seuil à chaque file d'attente, permettant ainsi d'évaluer et de comparer les périodes de fonctionnement normal et les périodes en surcharge de chaque salle. La répartition de ces périodes de surcharge par jour et par heure a été examinée. D'autres indicateurs, tels que la provenance des flux et la nature des visites (exclusive ou multiservices), ont été utilisés pour détecter les causes potentielles de cette surcharge et envisager des perspectives d'amélioration. Les résultats de cette analyse sont présentés dans la partie 3.

2.5. Scénario d'amélioration

Le déploiement de scénarios d'amélioration vise à présenter des stratégies pour résoudre le problème identifié au sein du service d'imagerie en agissant sur ses causes racines. L'une des stratégies discutées avec les équipes consiste à lisser les flux provenant des orthopédistes, qui représentent la part prédominante des actes programmés dans les salles étudiées. Ce scénario (Scénario 1) repose sur la définition d'une capacité horaire maximale à l'entrée du service pour cette catégorie spécifique de flux interne. Un premier test a été effectué avec une capacité maximale de 4 patients par heure. Cette capacité sera réinitialisée chaque heure, sauf pendant la période P5 entre 12h et 13h, correspondant à la pause déjeuner des équipes.

3. Résultats

Mesure du problème de surcharge et détection des causes racines

En analysant les résultats issus de trente réplifications de notre modèle de simulation pour les trois salles (Tableau 5, Tableau 6, Figure 1) nous observons que les problèmes de surcharge sont attribuables à des arrivées élevées de patients orientés par le service d'orthopédie, représentant respectivement 68,9%, 70,53%,

66,57% en période de surcharge, comparé à 59,03%, 50,0%, 54,8% en période normale pour les salles 1 à 3, respectivement. En ce qui concerne les patients ayant d'autres rendez-vous le même jour que leur rendez-vous au service d'imagerie, nous constatons que pendant les périodes de surcharge, le pourcentage des multi rendez-vous de type 2, 3 et 5 est généralement plus élevé pour l'ensemble des salles. Cependant, la différence par rapport à la période normale n'est pas très significative, à l'exception des multi rendez-vous de type 2 programmés en salle 3, où l'on observe une différence d'environ 9%. L'analyse de la répartition quotidienne et horaire de ces périodes confirme le ressenti des équipes selon lequel ces surcharges surviennent principalement les matins en début de semaine.

Salle	Période de fonctionnement	Durée (min)	Nombre moyen des patients en file d'attente	Prescripteurs de l'acte			
				CMSI(%)	Externe(%)	Orthopédie(%)	Interne(%)
Salle 1	Normal	55264,77 ± 144,1	1,88 ± 0,0	1 ± 0	35,23 ± 0,16	59,03 ± 0,07	5,0 ± 0,0
	En surcharge	6666,57 ± 96,76	6,27 ± 0,03	0,8 ± 0,15	25,6 ± 0,27	68,9 ± 0,29	5,07 ± 0,13
Salle 2	Normal	29591,67 ± 80,06	1,54 ± 0,0	1 ± 0	42,8 ± 0,15	50,0 ± 0,1	6,6 ± 0,18
	En surcharge	597,27 ± 26,93	5,55 ± 0,03	1,57 ± 0,19	22,97 ± 0,84	70,53 ± 1,12	4,73 ± 0,35
Salle 3	Normal	31135,27 ± 55,81	1,57 ± 0,0	0 ± 0	44,47 ± 0,19	54,8 ± 0,15	0,97 ± 0,07
	En surcharge	1361,9 ± 19,93	6,36 ± 0,05	1,0 ± 0,0	32,43 ± 0,58	66,57 ± 0,56	0,0 ± 0,0

Tableau 5 : Répartition des flux selon la nature du prescripteur de l'acte au cours des périodes de fonctionnement normale et en surcharge

Salle	Période de fonctionnement	Type du multi rendez-vous (%) (Voir Tableau 2 pour plus d'explications sur chaque type de multi rendez-vous)					
		1	2	3	4	5	6
Salle 1	Normal	77,1 ± 0,11	16,23 ± 0,16	2,6 ± 0,18	2,0 ± 0,0	2,0 ± 0,0	0 ± 0
	En surcharge	76,67 ± 0,28	17,4 ± 0,27	3,03 ± 0,07	0,87 ± 0,13	2,0 ± 0,0	0 ± 0
Salle 2	Normal	80,77 ± 0,16	14,97 ± 0,07	1,0 ± 0,0	1,1 ± 0,11	1,9 ± 0,11	0 ± 0
	En surcharge	71,17 ± 0,89	18,3 ± 0,7	5,97 ± 0,28	0,0 ± 0,0	4,77 ± 0,21	0 ± 0
Salle 3	Normal	79,73 ± 0,17	9,97 ± 0,07	4,0 ± 0,0	3,23 ± 0,16	3,0 ± 0,0	0 ± 0
	En surcharge	66,8 ± 0,28	18,7 ± 0,17	7,8 ± 0,28	2,03 ± 0,07	4,7 ± 0,22	0 ± 0

Tableau 6 : Répartition des flux selon la nature du multi rendez-vous au cours des périodes de fonctionnement normale et en surcharge

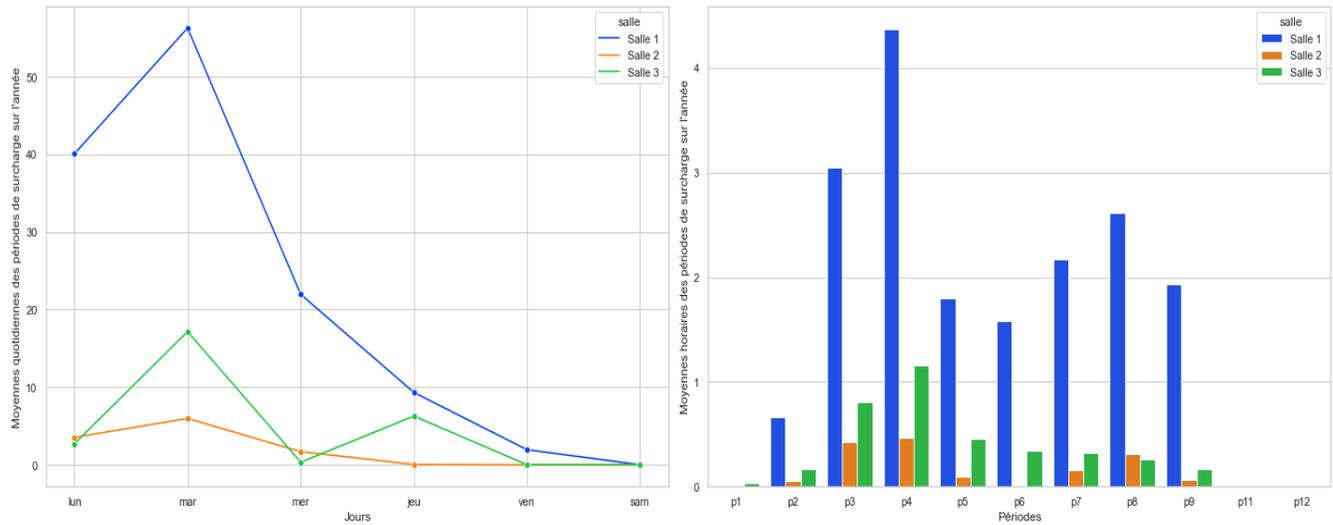


Figure 1 : Répartition horaire et journalière des périodes de surcharge (en min) au cours de l'année 2022

Analyse des résultats du scénario d'amélioration

La répartition des rendez-vous prescrits par le service d'orthopédie sur la journée, comme décrit dans la section (2.5. Scénario d'amélioration), a notablement réduit les pics initiaux de surcharge, en particulier le matin (Voir Figure 2). Cependant, cette solution entraîne une hausse notable de l'affluence des patients l'après-midi, ce qui pourrait prolonger les heures de travail des ressources. Pour pallier cette problématique, il serait envisageable d'établir une limite quotidienne maximale pour l'accueil des patients du service d'orthopédie. Cela permettrait une répartition plus équilibrée des arrivées tout au long de la semaine, tout en garantissant des conditions de travail adéquates pour le personnel. Il convient toutefois de souligner que définir des seuils de capacité d'accueil horaire ou quotidienne pour ces patients peut s'avérer être une tâche complexe, nécessitant des compromis entre les différents acteurs impliqués dans la planification des rendez-vous, en particulier lorsque les patients doivent être vus le même jour dans plusieurs services. Par exemple, pour les consultations de suivi postopératoire des patients ayant subi une intervention de prothèse de hanche ou de genou, il est recommandé de planifier un bilan radiologique le même jour que la consultation de suivi. De même, pour les consultations préopératoires, il est préférable de regrouper les rendez-vous pour l'anesthésie, la radiologie et les bilans complémentaires préopératoires le même jour afin de limiter les déplacements des patients à l'hôpital. Ainsi, si le service d'imagerie choisit d'adopter une répartition uniforme des rendez-vous programmés pour ces patients afin de faire face aux problèmes de surcharge, il est important d'impliquer tous les acteurs concernés, d'évaluer les répercussions de ces changements sur les plannings des autres services et de trouver des compromis pour garantir le succès de la mise en œuvre de ces améliorations.

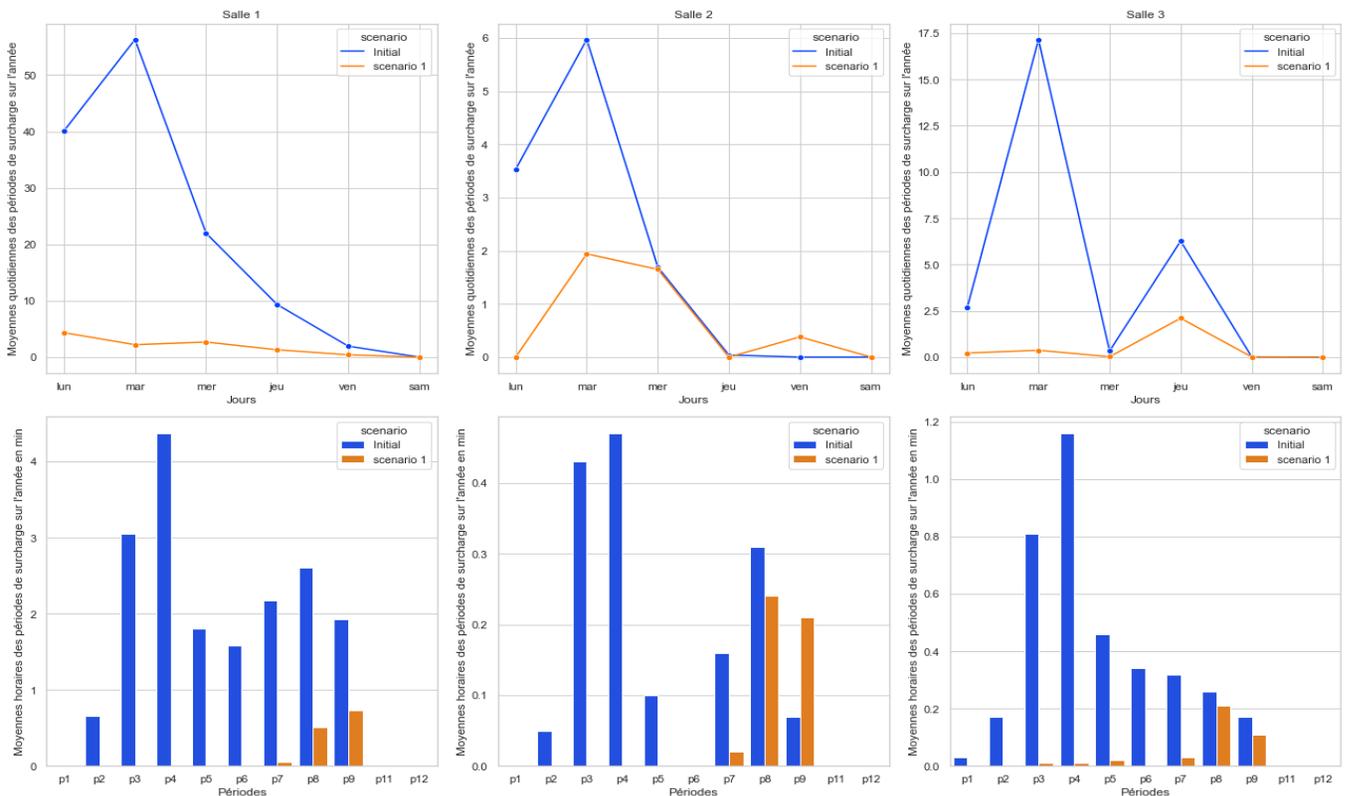


Figure 2 : Comparaison des périodes de surcharge (en min) entre le cas initial et le scénario 1

4. Discussion et perspectives

L'objectif de ce travail était de mettre en évidence et de qualifier d'éventuels temps de surcharge de travail mentionnés par les professionnels du centre de radiologie de la Clinique Mutualiste de Saint-Étienne. Ces périodes de surcharge entraînent des temps d'attente pour les patients et une désorganisation au niveau du travail pour les professionnels. L'approche de simulation proposée a confirmé l'existence de moments d'afflux trop importants au niveau du service de radiologie de la clinique mutualiste de Saint-Étienne et a permis de préciser certaines causes "racines". L'une des principales causes identifiées dans cet exemple provenait d'une gestion inadéquate des flux internes programmés, prescrits par un service en l'occurrence le service d'orthopédie, avec une concentration plus importante lors des matinées des premiers jours de la semaine. Cette approche a permis de proposer un concept d'analyse utilisable dans d'autres situations impliquant un transfert de flux entre services cliniques et services radiologiques, et d'envisager la construction d'un outil de gestion des flux opérationnel pour une gestion optimisée de l'organisation des services de radiologie. Cependant, il est essentiel de souligner certaines limitations dans ce concept. Ce modèle repose sur des données historiques propres à l'établissement étudié. Pour une utilisation élargie à d'autres situations, des adaptations doivent donc être envisagées sur les paramètres. Il convient de le personnaliser et de l'ajuster en fonction des ressources disponibles, des capacités d'accueil maximales des salles, ce qui oblige à un état des lieux propre à chaque situation et à la disponibilité des données requises. Ces données sont également restreintes dans la possibilité d'analyser l'ensemble des temps de présence à chaque étape du processus, ce qui peut générer une variabilité dans les résultats de simulation à situation équivalente. Par ailleurs, certains paramètres susceptibles d'entraîner également une surcharge n'ont pas été pris en compte dans le modèle, comme la disponibilité des ressources humaines. Celles-ci conditionnent la capacité d'une salle car un acte ne peut être réalisé qu'en présence de ressources minimales. Pour pallier à l'éventualité d'un manque de personnel, il serait intéressant de proposer dans notre approche un modèle capacitaire adaptable à ces modifications en ressources humaines, mais dans une limite possible de réorganisation des flux programmés en temps acceptable. D'autre part, afin de préciser notre approche, il serait intéressant de remplacer les durées d'acte par des distributions plus précises. Les durées utilisées dans notre modèle sont, pour l'instant, fixées par famille d'acte mais ne prennent pas en compte les variabilités potentielles liées au patient (patient âgé, patient en fauteuil roulant ...) nécessitant des manipulations plus longues ainsi que les durées propres à chaque sous-catégorie d'acte.

Références

- Badilla-Murillo, F., B. Vargas-Vargas, O. Viquez-Acuña et J. García-Sanz-Calcedo (2020). Analysis of the Installed Productive Capacity in a Medical Angiography Room through Discrete Event Simulation. In: *Processes* 8.6., Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 660.
- Luo, L., Y. Zhang, F. Qing, H. Ding, Y. Shi et H. Guo (2018). A discrete event simulation approach for reserving capacity for emergency patients in the radiology department. In: *BMC Health Services Research* 18.1. BioMed Central Ltd.
- Ramis, F. J., F. Baesler, E. Berho, L. Neriz et J. A. Sepulveda (2008). A simulator to improve waiting times at a Medical Imaging Center. In: *2008 Winter Simulation Conference*, pp. 1572–1577.
- Shakoor, M., M. R. Qureshi, W. Abu Jadayil, N. Jaber et M. Al-Nasra (2021). Application of discrete event simulation for performance evaluation in private healthcare: The case of a radiology department. In: *International Journal of Healthcare Management* 14.4. Taylor & Francis
- Vázquez-Serrano, J. I., R. E. Peimbert-García et L. E. Cárdenas-Barrón (2021). Discrete-Event Simulation Modeling in Healthcare: A Comprehensive Review. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18.22. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 12262