



HAL
open science

Simulation de l'entraide entre deux SAMU pour la prise en charge des appels d'urgence

Franck Fontanili, Nicolas Cellier, Clea Martinez, Yann Penverne, Maxime Lebeaupin, Nesrine Benaouicha

► To cite this version:

Franck Fontanili, Nicolas Cellier, Clea Martinez, Yann Penverne, Maxime Lebeaupin, et al.. Simulation de l'entraide entre deux SAMU pour la prise en charge des appels d'urgence. GISEH 2022 - 11e Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Jul 2022, Saint-Etienne, France. hal-03744611

HAL Id: hal-03744611

<https://hal.science/hal-03744611>

Submitted on 3 Aug 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Simulation de l'entraide entre deux SAMU pour la prise en charge des appels d'urgence

FONTANILI Franck¹, CELLIER Nicolas², MARTINEZ Cléa³, PENVERNE Yann⁴, LEBEAUPIN Maxime⁵, BENAOUICHA Nesrine⁶

¹ IMT Mines Albi, Allée des Sciences 81000 Albi, +33629693376, franck.fontanili@mines-albi.fr

² IMT Mines Albi, Allée des Sciences 81000 Albi, +33629693376, nicolas.celier@mines-albi.fr

³ IMT Mines Albi, Allée des Sciences 81000 Albi, +33629693376, clea.martinez@mines-albi.fr

⁴ SAMU 44, CHU de Nantes, yann.penverne@chu-nantes.fr

⁵ SAMU 44, CHU de Nantes, maxime.lebeauvin@chu-nantes.fr

⁶ SAMU 44, CHU de Nantes, nesrine.benaouicha@chu-nantes.fr

Résumé.

L'accès sans délai à un SAMU constitue un enjeu central pour les patients et particulièrement ceux dans les situations les plus graves. Répondre à cet objectif stratégique appelle non seulement à mettre en adéquation la planification des professionnels avec la charge d'appels et aussi à optimiser les organisations. Confrontés à une augmentation du nombre d'appels qui leur sont destinés, les SAMU cherchent à faire évoluer leurs organisations internes. L'objectif de cet article est d'évaluer, à l'aide de la simulation, l'impact d'une nouvelle organisation sous la forme d'une virtualisation de la distribution des appels permettant une entraide entre différents SAMU de la région Pays de la Loire. Cet article présente les premiers résultats obtenus avec deux SAMU dans le cadre du projet CallSAMU financé par la DGOS et porté par le CHU de Nantes.

Mots clés : SAMU, entraide, simulation, virtualisation

1. Introduction

Les centres d'appels d'urgence (SAMU = Service d'Aide Médicale d'Urgence) connaissent une très forte sollicitation qui s'accroît au fil des ans. Ainsi, la pérennisation de l'organisation actuelle de l'accueil et de la régulation des appels d'urgence en France pose question au regard des volumes d'appels destinés à chaque SAMU. Si l'amélioration du processus de planification des ressources au sein de chaque centre d'appels d'urgence est un facteur clé de réussite, il apparaît nécessaire d'évaluer également d'autres évolutions organisationnelles, comme par exemple celle proposée par (Penverne et al., 2020). Dans ce contexte, les Ministres de la Santé et de l'Intérieur ont lancé le programme interministériel de modernisation de l'accessibilité et de la réception des communications d'urgence pour la sécurité, la santé et les secours (Moutard et al., 2019). Ce programme a pour mission d'émettre des préconisations opérationnelles visant à améliorer la qualité du service rendu aux citoyens sur la base de travaux scientifiques. Le projet Call SAMU a pour objectif d'étudier l'impact d'une nouvelle organisation de la distribution des appels téléphoniques : la virtualisation de la distribution. Déjà opérationnelle en Suède (SOS Alarm) ou au Portugal (CODU), cette organisation permet de passer d'une logique départementale à une logique territoriale plus large. Cette étude d'impact s'appuie sur des outils de modélisation et simulation permettant de créer de véritables doubles numériques des centres d'appels (Petitdemange et al., 2020). Ils permettent ainsi d'évaluer, sans aucun risque et de façon très réaliste, différents scénarii organisationnels de collaboration inter-SAMU. Les doubles numériques peuvent ainsi être utilisés pour simuler des organisations évoluant dans des conditions nominales ou sujettes à des événements inattendus ou

des crises imprévisibles. Il s'agit donc d'un outil d'évaluation stratégique et d'aide à la décision pour le pilotage de l'activité, ce qui constitue une véritable nouveauté dans ce domaine.

Les SAMU répondent aux patients en situation critique et sont un lien central dans la chaîne de survie. La régulation médicale peut aller de la simple aide médicale urgente téléphonique (télé médecine) à l'engagement de moyens mobiles tels qu'ambulances, sapeur-pompiers ou véhicules SMUR (Service mobile d'urgence et de réanimation). En France, les patients sollicitant une réponse médicale d'urgence composent le 15 et sont alors pris en charge par le SAMU Centre 15 de leur département. Dans un premier temps, des assistants de régulations médicales (ARM), par des questions simples et codifiées, localisent le patient, enregistrent la demande d'aide et évaluent le degré de gravité de la situation. L'appel est ensuite transféré au médecin régulateur (MR) qui prend la décision d'envoyer ou non une équipe de secours sur les lieux.

Cet article présente des résultats intermédiaires obtenus dans le cadre du projet CallSAMU afin d'évaluer l'entraide entre deux SAMU. Dans la section 2, nous présentons la méthodologie suivie comprenant la construction du double numérique et les hypothèses organisationnelles testées. Dans la section 3, nous nous focalisons sur l'analyse des résultats obtenus pour montrer l'impact de l'entraide entre deux SAMU. Enfin, la section 4 développe les conclusions et les perspectives pour la suite de ce projet.

2. Méthodologie

Description de la population et périmètre de la recherche

Dans cet article, nous nous appuyons sur une étude multicentrique de modélisation-simulation des centres d'appels, basée sur une cohorte rétrospective des flux d'appels téléphoniques (appels entrants et sortants) passant par deux Samu Centres 15 de la région Pays de la Loire (SAMU 44 et SAMU 85) sur un échantillon de la population des appels réduit à la semaine du 20 au 26 mars 2021 choisie arbitrairement. À terme, l'inclusion des cinq centres de la région avec l'accès à une année complète de données permettra de simuler de façon réaliste différents scénarii avec différentes combinaisons possibles d'interconnexion, allant de deux à cinq centres au niveau régional. En effet, la région offre une variété de centres, tant en termes de tailles (2 CHU et 3 CH), que de type de territoires (urbain et rural) et de variations saisonnières d'activité (tourisme balnéaire) qui confère à cette recherche des caractéristiques de représentativité nationale. L'hypothèse d'une faisabilité technique d'interconnexion et de virtualisation de la distribution téléphonique des Samu centres 15 est posée.

L'étude globale s'applique sur un enchaînement de trois processus de prise en charge des appels tel que celui modélisé sur la Figure 1 (HAS, 2020). Les résultats intermédiaires qui sont présentés dans cet article concernent uniquement le processus de réception des appels, de décision initiale et d'orientation par les ARM (rectangle vert sur la figure). Il correspond à une organisation classique mono-niveau dite en "front-office". Le processus amont de traitement avant décroché, qui est purement technique, et le processus aval de régulation, sont en dehors du périmètre de cet article. Comme le montre la Figure 1, le processus de réception des appels est composé d'une file d'attente qui "stocke" les appels présentés avant qu'ils soient décrochés par un ou plusieurs ARM. Toute attente interrompue avant 10 secondes par l'appelant (par exemple due à une erreur de numérotation) est considérée comme un appel abandonné, et toute attente interrompue au-delà de 10 secondes par l'appelant correspond à un appel perdu.

Démarche expérimentale

La démarche expérimentale proposée pour ces travaux de recherche présente l'originalité de s'appuyer sur un double numérique basé sur un modèle de simulation à événements discrets de chaque centre d'appels. L'intérêt de cette démarche est de mener des expérimentations sur le double numérique plutôt que sur le monde réel, ce qui non seulement évite de perturber les organisations en place, mais aussi fournit des résultats objectifs plus rapidement et sans aucun risque pour les patients et sans impact matériel ou managérial. Nous détaillons à la

suite les deux étapes-clés de cette démarche : la construction du double numérique, et l'évaluation d'hypothèses organisationnelles grâce à ce double numérique.

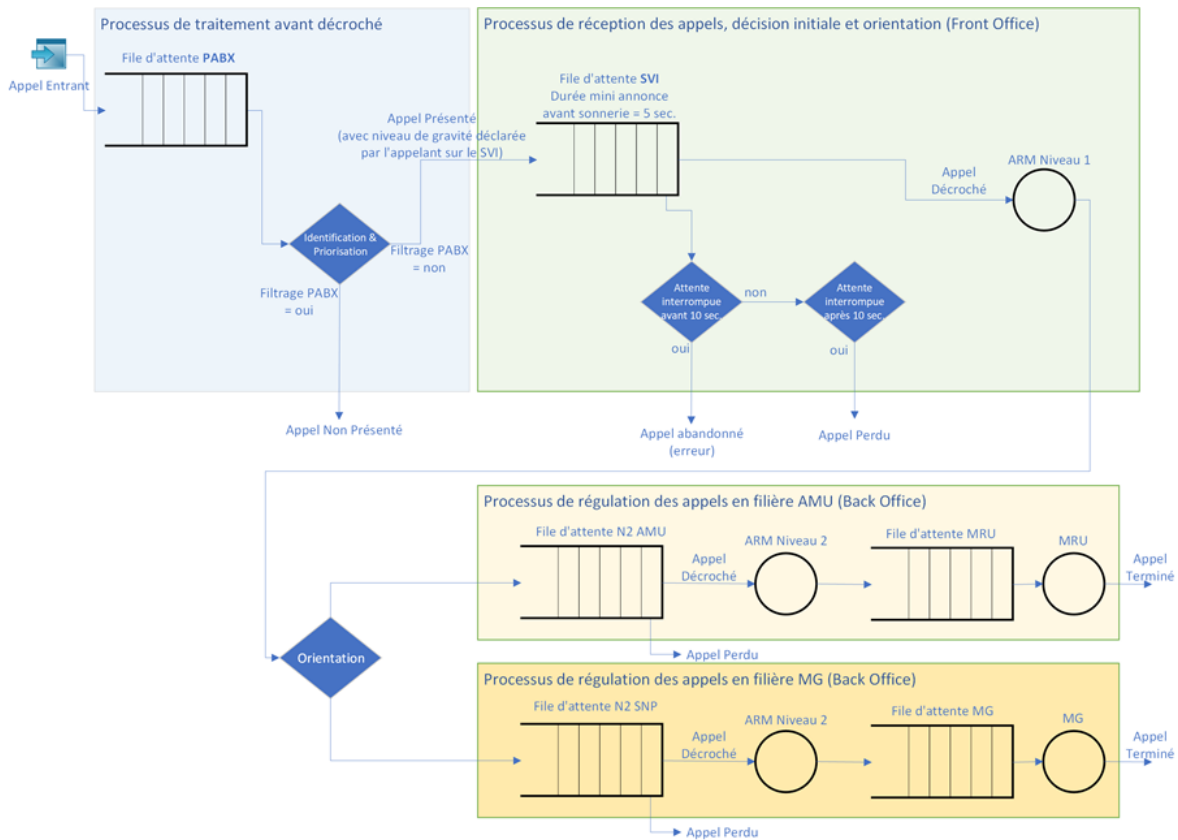


Figure 1. Modélisation des processus de prise en charge d'un appel dans un centre 15

Construction du double numérique. Cette étape consiste à développer un véritable double numérique de chaque SAMU basé sur un simulateur de flux à événements discrets. C'est le logiciel Witness™ qui a été utilisé pour ce travail (<https://www.lanner.com>). L'environnement de modélisation du simulateur dispose de trois grands éléments de construction : (1) les articles, permettant de modéliser les appels ; (2) les accumulateurs ou buffers, permettant de modéliser les files d'attente ; et enfin (3) les machines ou processeurs, permettant de modéliser les activités de prise en charge des appels par des ressources. En s'appuyant sur les données, les traitements, les analyses et les fouilles de processus menés durant les deux premières phases, le modèle de simulation, assimilable à une véritable réplique virtuelle de chaque SAMU, est construit et validé par itérations successives. Il s'agit notamment de s'assurer que le comportement dynamique du double numérique, c'est-à-dire son évolution dans le temps, est similaire au comportement dynamique du SAMU réel. Pour cela, le double numérique est alimenté par des données d'entrée identiques à celles du SAMU réel : nombre d'appels entrants par créneau horaire, nombre de ressources disponibles par créneau horaire, distribution des durées de prise en charge des appels, etc. La Figure 2 donne un aperçu d'ensemble du double numérique avec ses données d'entrée et les résultats attendus (Qualité de Service = QoS et Taux d'Occupation = TxO) selon le scénario organisationnel à tester. Durant une simulation lancée sur le double numérique, on s'assure qu'avec les mêmes données d'entrée, le double numérique réagit et fournit des résultats cohérents et proches de ceux obtenus dans le monde réel. Ce sont notamment les temps d'attente des appels dans les différentes files d'attente du double numérique qui sont comparés aux temps d'attente dans les mêmes files d'attente du monde réel.

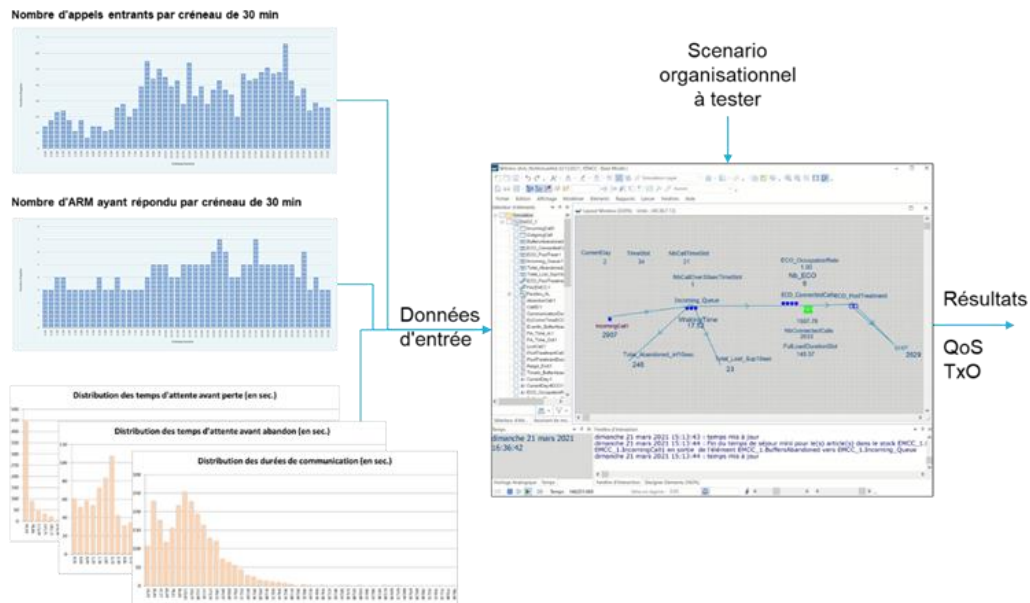


Figure 2. Vue d'ensemble du double numérique

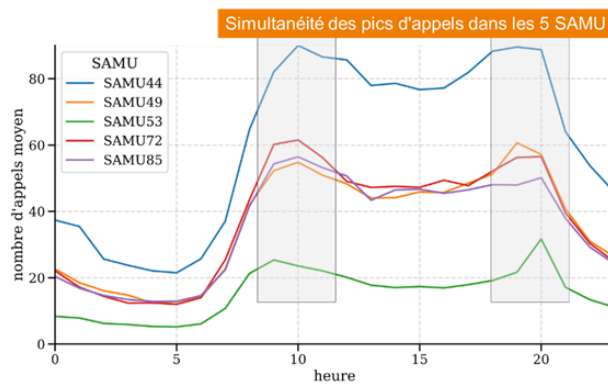
Les données d'entrée de la simulation peuvent être classées en deux catégories : (1) des données volumétriques, correspondant au nombre d'appels entrants par créneau de 30 minutes et au nombre d'ARM planifiés par créneaux de 30 minutes ; (2) des données temporelles, présentées sous la forme de distributions empiriques réparties en n classes d'amplitude identique et mettant en évidence la probabilité ou le nombre d'occurrences dans chacune des n classes. Ces distributions empiriques sont utilisées pour modéliser le temps d'attente avant perte, le temps d'attente avant abandon, et bien sûr la durée de communication avec l'ARM. Par ailleurs, un traitement statistique sur les données réelles permet de calculer la proportion d'appels présentés qui sont abandonnés avant 10 secondes (en moyenne 8 à 9% selon les SAMU) et la proportion d'appels abandonnés après 10 secondes (en moyenne 5 à 6% selon les SAMU). La simulation prend en compte ces pertes et ces abandons de façon totalement aléatoire et en respectant les proportions réelles. La simulation d'une semaine d'activité est réalisée en un peu plus de 2 minutes, soit environ 20 secondes par jour, sur un ordinateur de type intel Core i7 à 2,6 GHz et 52 Go de RAM. En résultat, la simulation permet de mesurer le temps d'attente de chaque appel avant décroché par un ARM, et donc de calculer la qualité de service (QoS). Pour les SAMU français, la cible visée pour la qualité de service à 30 secondes est de 99%, autrement dit, 99% des appels décrochés par un ARM ne doivent pas avoir attendu plus de 30 secondes (SAMU, 2015). Afin de ne pas masquer une forte variance des résultats, les valeurs de QoS doivent être calculées par créneau de 30 minutes, en plus des statistiques descriptives habituelles sur la période d'étude (moyenne, mini et maxi). Par ailleurs, la simulation permet aussi de mesurer le temps passé par les ARM à prendre en charge les appels, et donc de calculer leur taux d'occupation (TxO). De la même façon que pour le QoS, les valeurs du TxO sont calculées pour chaque créneau de 30 minutes.

Évaluation d'hypothèses organisationnelles. Cette autre étape de la démarche expérimentale s'appuie sur le double numérique précédemment construit pour mener des simulations des flux d'appels entrants et sortants selon différentes hypothèses organisationnelles. Grâce à un fonctionnement asynchrone du double numérique par rapport au monde réel, on peut accélérer le temps (une journée d'activité dans un "vrai" SAMU est simulée en quelques secondes), l'arrêter, revenir en arrière, modifier virtuellement l'organisation, évaluer l'impact d'un afflux d'appels ou d'une diminution de ressources, ..., sans affecter le monde réel. Dans cet article, le double numérique de chaque SAMU va être utilisé afin d'évaluer l'impact de l'interconnexion sur la qualité de service et sur le taux d'occupation des ressources à l'échelle de chaque site de la région. En effet, l'histoire des SAMU,

l'hétérogénéité de leurs systèmes d'information, que ce soit pour la téléphonie ou pour les dossiers de régulation, contraint aujourd'hui chacun d'entre eux à ne traiter que les appels entrants acheminés depuis son territoire géographique essentiellement représenté par la maille départementale. En cas de débordement ponctuel, un SAMU ne peut compter que sur lui-même, ce qui a souvent pour effet d'impacter le délai de décroché des appels en raison de taux d'occupation des ressources trop élevés. Les doubles numériques de chaque SAMU développés dans l'étape précédente peuvent donc être utilisés pour simuler une entraide entre SAMU sans pour autant modifier l'affectation des ressources existantes. Sans la simulation, il est en effet très difficile d'évaluer et de quantifier à l'avance l'impact de tout changement organisationnel. Chacun peut pressentir un effet positif, ou négatif, mais bien souvent de façon très subjective. Or, les enjeux sont tellement importants pour le système de santé que l'utilisation d'une approche quantitative telle que celle présentée dans cet article apparaît comme étant une réelle valeur ajoutée.

3. Résultats

Dans cette section, nous présentons les premiers résultats issus de ce projet avec pour objectif principal de valider une nouvelle hypothèse organisationnelle d'entraide entre au moins deux SAMU.



La Figure 3 détaille la volumétrie moyenne horaire des appels à l'échelle d'une journée dans les 5 SAMU de la région. Le profil en "M" des différents tracés fait ressortir le même constat : en dehors de l'amplitude, il y a une forte similitude dans le profil du nombre d'appels par créneau horaire sur une journée et tous les pics d'appels coïncident sensiblement aux mêmes heures dans tous les SAMU de la région. L'analyse de ce graphique laisse supposer que l'entraide entre au moins deux SAMU risque de ne pas fournir les résultats escomptés, étant donné la coïncidence des pics d'activité. L'objectif étant de valider la démarche avant de l'appliquer à plus grande échelle, les simulations sont limitées dans cet article à deux SAMU : le 44 et le 85. Les résultats des simulations, sur un horizon limité à une semaine (du 20 au 26 mars 2021), sont d'abord présentés séparément pour chacun d'eux, ce qui correspond à l'organisation existante sans entraide. Ensuite, les résultats obtenus en simulant une règle d'entraide entre ces deux SAMU sont présentés et comparés à l'organisation existante.

Simulation des SAMU avec l'organisation existante sans entraide

La Figure 4 illustre la variation du QoS et du TxO durant la semaine du 20 au 26 mars pour le SAMU 44. La valeur moyenne du QoS est de 86%, ce qui signifie que la cible à 99% n'est pas atteinte. Mais l'analyse par créneau de 30 minutes (tracé orange sur la figure) montre une forte variabilité de la qualité de service selon les jours de la semaine et les créneaux horaires. Sur de nombreux créneaux, on observe une qualité de service égale à 100% qui signifie que tous les appels sont décrochés en moins de 30 secondes, alors que sur certains créneaux, le temps de décroché est trop long pour permettre d'atteindre la cible. Le tracé montre même que sur un créneau

(le 3ème jour), aucun appel n'a été décroché en moins de 30 secondes. En toute logique, cette forte variabilité de la qualité de service se retrouve dans le taux d'occupation (tracé bleu sur la figure) dont l'amplitude sur l'ensemble des créneaux varie de 8 à 82%. Cependant, la valeur moyenne sur la semaine est de 42%, donc très proche de la cible maxi qu'il est recommandé de ne pas dépasser (40%) (Penverne et al., 2018).

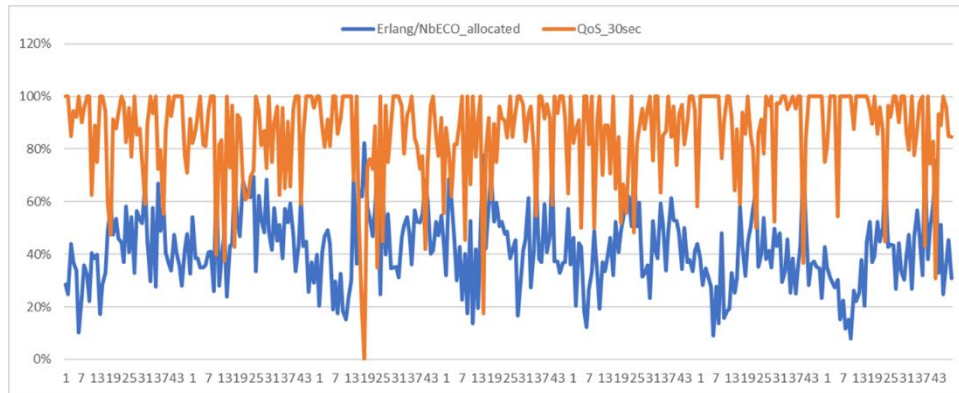


Figure 4. QoS (tracé orange) et TxO (tracé bleu) du SAMU 44 sans entraide

La Figure 5 présente les mêmes résultats, mais pour le SAMU 85.

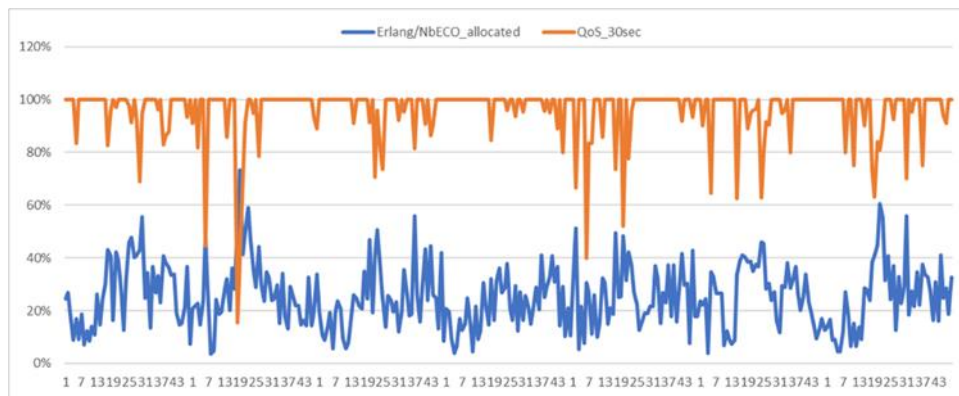


Figure 5. QoS (tracé orange) et TxO (tracé bleu) du SAMU 85 sans entraide

On constate visuellement que la variabilité de la qualité de service est moins forte que le SAMU 44, même si cela oscille entre 16% et 100%, avec une valeur moyenne de 96%, très proche de la cible à 99%. Pour le taux d'occupation, sa valeur moyenne (25%) montre que la cible est largement atteinte puisqu'il ne faut pas dépasser 40%. Mais là aussi, certains créneaux présentant une qualité de service insuffisante ont des taux d'occupation bien supérieurs à la cible avec des variations de 4 à 73% sur l'ensemble des créneaux.

Simulation des SAMU avec une règle d'entraide

Pour ce nouveau scénario destiné à simuler l'entraide entre les deux SAMU, chaque centre reçoit exactement le même flux d'appels que dans le scénario sans entraide. Les ressources (ARM) affectées à chaque SAMU sont elles aussi inchangées. Cependant, il est fait l'hypothèse que les appels arrivés dans la file d'attente d'un SAMU peuvent non seulement être pris en charge par ce même SAMU mais aussi par l'autre SAMU selon la règle décrite dans la Figure 6.

Règle #1

Chaque SAMU décroche ses appels locaux en priorité

Si un SAMU est disponible (pas d'appel en file d'attente)
Alors il décroche aussi les appels en attente des autres SAMU

Figure 6. Règle d'entraide simulée

La Figure 7 (pour le SAMU 44) et la Figure 8 (SAMU 85) présentent le QoS (tracé orange) et le TxO (tracé bleu) obtenus après simulation de cette règle d'entraide. On constate que la variabilité de ces deux critères s'est très nettement réduite pour les deux SAMU par comparaison avec les Figure 4 et Figure 5.

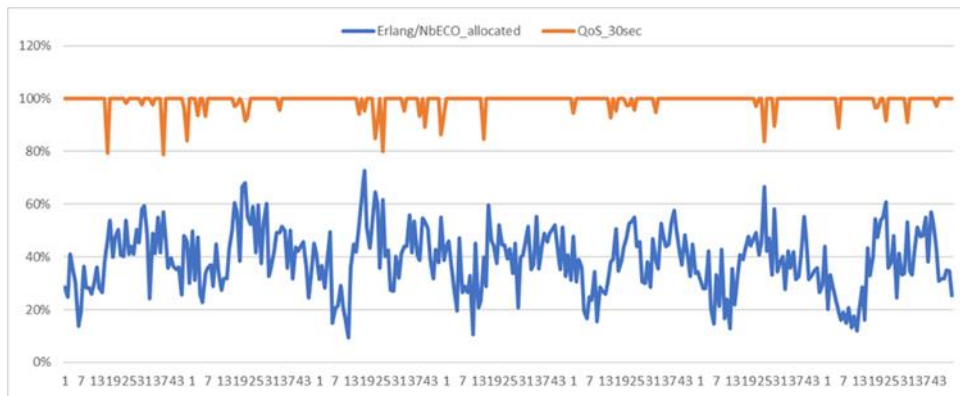


Figure 7. QoS (tracé orange) et TxO (tracé bleu) du SAMU 44 avec entraide

Dans le détail, la simulation fait ressortir que le SAMU 44 a pris en charge un total de 8 819 appels présentés, soit 649 appels en moins par rapport à l'organisation sans entraide. Sur ces 8 819 appels, 472 avaient été initialement distribués sur le SAMU 85 et ont finalement été pris en charge par un ARM du SAMU 44 selon la règle d'entraide précédemment définie. Le QoS moyen du SAMU 44 bondit de 86 à 99% et atteint donc la valeur cible avec une dispersion très resserrée puisqu'elle ne varie que de 79 à 100% selon les créneaux (0 à 100% dans la configuration sans entraide). De façon logique, puisque moins d'appels ont été traités, le taux d'occupation des ARM baisse aussi avec une valeur moyenne qui s'établit à 39%, sous la barre du seuil maxi à ne pas dépasser.

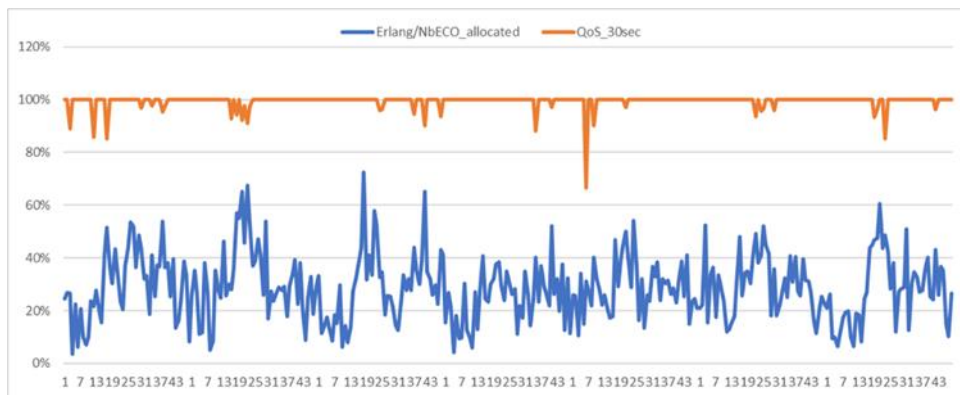


Figure 8. QoS (tracé orange) et TxO (tracé bleu) du SAMU 85 avec entraide

Quant au SAMU 85, la simulation montre qu'il a pris en charge 1 184 appels initialement distribués sur le SAMU 44 sur un total de 6 139 appels présentés, soit 709 appels de plus qu'avec le scénario sans entraide. On peut noter un résultat remarquable concernant la qualité de service. En effet, malgré l'augmentation du nombre

d'appels traités par le SAMU 85, mise en évidence par une augmentation du taux d'occupation des ARM (+4% par rapport au scénario sans entraide), la valeur moyenne de la qualité de service s'améliore de 3% pour atteindre la valeur cible de 99%.

4. Conclusion et perspectives

Ces premiers résultats montrent que, contrairement à ce que l'on pouvait pressentir qualitativement en constatant la coïncidence et la synchronisation de l'activité des différents SAMU, la simulation est une approche quantitative qui met en évidence l'impact positif que peut avoir l'entraide entre deux SAMU. Le bénéfice obtenu pour l'un ne se fait pas au détriment de l'autre, mais l'entraide semble au contraire s'inscrire dans une démarche gagnant-gagnant, grâce à l'interconnexion des SAMU. Sans rien changer, ni pour les flux d'appels, ni pour les ressources existantes dans chaque SAMU, la simulation confirme être un outil particulièrement pertinent pour tester et quantifier différents scénarios d'entraide à l'échelle d'un territoire régional avant une implémentation réelle. De nombreuses questions se posent sur les différents scénarios possibles et les différentes règles d'entraide que l'on peut imaginer : Dans le cadre du déploiement du Service d'Accès aux Soins (SAS) [réf.], l'entraide doit-elle se limiter au primo décroché des appels par les ARM ou doit-elle être étendue à la régulation médicale au regard de la disponibilité réduite des professionnels de Santé ? C'est ainsi la territorialité opérationnelle de la régulation médicale des appels qui est questionnée afin de répondre au double enjeu : accéder sans délai en cas d'urgence sanitaire et assurer l'égalité de l'accès aux soins partout sur le territoire. Ces premiers résultats encourageants vont permettre d'élargir la démarche sur une période d'étude plus significative (une année) et de définir des règles d'entraide applicables sur un périmètre incluant les cinq SAMU de la région Pays de la Loire.

5. Références

HAS, Haute Autorité de Santé, 2020. SAMU : améliorer la qualité et la sécurité des soins, guide méthodologique. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2020-10/guide_methodologique_qualite_samu.pdf

Moutard, R., Penverne, Y., 2019. Mission de Modernisation de l'Accessibilité et de la Réception des Communications d'Urgence pour la Sécurité, la Santé et les Secours : MARCUS, Ministère de l'Intérieur et Ministère des Solidarités et de la Santé. Disponible sur http://www.urgences-113.fr/marcus/Rapport_MARCUS3.pdf

Penverne, Y., Leclere, B., Labady, J., Berthier, F., Jenvrin, J., Javaudin, F., Batard, E., Montassier, E., 2018. Key performance indicators' assessment to develop best practices in an Emergency Medical Communication Centre. *Eur J Emerg Med* 25, 335–340. <https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000468>

Penverne, Y., Leclere, B., Labady, J., Berthier, F., Jenvrin, J., Javaudin, F., Montassier, E., 2020. Impact of two-level filtering on emergency medical communication center triage during the COVID-19 pandemic: an uncontrolled before-after study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 28, 80. <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00775-0>

Petitdemange, E., Fontanili, F., Lamine, E., Lauras, M., Okongwu, U., 2020. A Tool-Based Framework to Assess and Challenge the Responsiveness of Emergency Call Centers. *Ieee Transactions on Engineering Management* 67, 568–581. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2954013>

Samu-Urgences de France, Société Française de Médecine d'Urgence, 2015. SAMU Centres 15 - Référentiel et guide d'évaluation. https://www.samu-urgences-de-france.fr/medias/files/155/802/sfmu-sudf_referentiel_samu_2015.pdf