# Amélioration de LUMM : de l'amélioration technique à sa traduction concrète pour les utilisateurs

T. Diop[a], T. Dubois[b], B. Corberand-Carenzo[b], J.-F. Boin[b], C. Vally[c], A. Codaccioni[b], J.-P. Boutin[d], H. Roger[e], A. Luft[f], L. Ollivier[b]

*a Centre de traitement de l'information médicale des armées (CeTIMA), 69 avenue de Paris – 94165 Saint-Mandé Cedex.*
*b Direction centrale du Service de santé des armées – 75614 Paris Cedex 12.*
*c Centre d'appui des systèmes d'information de la Défense – 94276 Le Kremlin-Bicêtre Cedex.*
*d École du Val-de-Grâce, 1 place Alphonse Laveran – 75230 Paris Cedex 05.*
*e Centre médical des armées de Metz – 57044 Metz Cedex 01.*
*f Centre médical des armées de Poitiers – Saint-Maixent – 79404 Saint-Maixent Cedex.*

**Résumé**

Pour la gestion des dossiers médicaux du personnel du ministère de la Défense, les centres médicaux des armées disposent du Logiciel unique médico-militaire et médical (LUMM). Depuis plusieurs années, les utilisateurs constataient des lenteurs et des arrêts intempestifs du LUMM. En 2014, le Service de santé des armées a lancé une opération technique de stabilisation et d'amélioration des performances du logiciel. Une enquête « avant-après » a été réalisée pour mesurer l'amélioration technique du logiciel et sa répercussion auprès de 40 sites utilisateurs. L'amélioration technique a entraîné une diminution de la fréquence et de la durée du *garbage collector* à l'origine des ralentissements. Pour les utilisateurs, les délais nécessaires à la réalisation des cinq requêtes testées ont significativement diminué ainsi que la fréquence des arrêts intempestifs. Il persiste cependant des disparités selon les sites qu'il convient d'explorer.

Mots-clés : Centre médical des armées. Logiciel unique médico-militaire et médical (LUMM). Ministère de la Défense.

**Abstract**

**IMPROVED LUMM : FROM ITS TECHNICAL IMPROVEMENT TO ITS PRACTICAL IMPLEMENTATION BY USERS.**

The unique military-medicine and medical software (LUMM) is used to manage the military medical records of the Department of Defence. For many years, users have deplored that LUMM was slow and could crash. In 2014, the French Medical Forces performed a technical operation to stabilize and improve the software efficiency. A "before and after" survey was conducted on 40 sites to measure the software technical improvement and its impact. The technical improvement resulted in a decrease of the frequency and duration of the garbage collector which used to slow down the process. For users, the time required to perform the five tested queries has significantly decreased, so have the crashes. However, disparities persist according to the sites, which must be investigated.

Keywords: Army Medical Centres. Military medical and medical software (LUMM). Ministry of Defence.

## Contexte

À la fin des années 1980, les premiers ordinateurs ont fait leur apparition dans les Services médicaux d'unité (SMU) (1). Les applications, généralement conçues par des appelés du contingent étaient quasiment spécifiques à chaque SMU. Elles répondaient aux besoins des différentes armées mais n'étaient pas interopérables et, au départ de leur concepteur, étaient incapables d'évoluer voire devenaient inutilisables. Des applications, comme « GESTAN » pour l'armée de Terre et la Gendarmerie nationale et « SIMBA » pour l'armée de l'Air, ont ensuite été progressivement déployées. Après une mise à disposition dès 2005 auprès d'un groupe d'utilisateurs pilotes, une nouvelle version du Logiciel unique médico-militaire et médical (LUMM) a été déployée en 2012 dans tous les SMU quelle que soit l'armée d'origine (2, 3).

T. DIOP, capitaine. T. DUBOIS, médecin en chef. B. CORBERAND-CARENZO, médecin en chef. J.-F. BOIN, médecin en chef, praticien certifié. C. VALLY, colonel. A. CODACCIONI, médecin chef des services, praticien certifié. J.-P. BOUTIN, médecin général inspecteur, professeur agrégé du Val-de-Grâce (2S). H. ROGER, médecin principal. A. LUFT, médecin. L. OLLIVIER, médecin en chef, praticien certifié.
**Correspondance :** Monsieur le capitaine T. DIOP, Centre de traitement de l'information médicale des armées (CeTIMA), 69 avenue de Paris – 94165 Saint-Mandé Cedex.
E-mail : teddy.diop@santarm.fr

Malgré les évolutions successives du LUMM en 2011 et 2013, les utilisateurs signalaient des lenteurs et des arrêts intempestifs lors de l'utilisation du logiciel. Fin 2013, le Directeur central du Service de santé des armées (SSA) (4) a décidé de lancer trois audits : technique, managérial et fonctionnel. L'audit technique consacré aux aspects techniques (programmation, structuration, performance…) a été confié au Centre d'appui des systèmes d'information de la défense (CASID).

## Identification et correction de l'anomalie

En janvier 2014, le diagnostic technique du LUMM effectué par le CASID a mis en évidence des temps de gel anormalement fréquents et longs pendant lesquels l'application restait figée de manière sensible. Cette mesure confirmait le ressenti des utilisateurs du LUMM et mettait en cause les performances du logiciel lui-même.

Le CASID a alors lancé des analyses techniques selon différents axes de recherche : analyse du code, revue des conditions d'hébergement, de la base de données, analyse dynamique du comportement. Cette dernière a permis d'identifier l'origine des gels intempestifs, source des « irritants » dénoncés par les utilisateurs.

En effet, LUMM est une application à l'architecture classique en plusieurs niveaux (5, 6) :

– un niveau de présentation, qui permet l'affichage et la restitution sur le poste utilisateur ;

– un niveau de traitement des données qui permet la mise en œuvre des règles de gestion et de la logique applicative, en fonction des commandes envoyées par le niveau précédent ;

– un niveau d'accès aux données qui permet la conservation de données utilisées ou produites par le niveau précédent.

Le niveau de traitement des données, hébergé sur des serveurs applicatifs, embarque un certain nombre de fonctionnalités invisibles pour l'utilisateur. Cette « invisibilité » est effective lorsque ces fonctionnalités se comportent nominalement. L'une d'elles, le *garbage collector* (GC) ou ramasse-miettes en français, a pour tâche de vérifier régulièrement la mémoire vive des serveurs applicatifs et de la nettoyer des objets qui ne sont plus utiles au traitement (7). Pour cela, le GC « gèle » l'application le temps de son passage. On distingue des gels complets (*full GC*) et des gels moins importants (*content management system* ou CMS GC). Plus la mémoire vive des serveurs est grande, plus le temps de gel est long. Alors que ce temps est en général d'une seconde toutes les dix minutes, les *full GC* duraient 2 à 30 secondes toutes les 90 secondes. Ce défaut était aggravé par le fait que certains objets « métier » (objets générés par l'application pour permettre une exploitation par l'utilisateur) de grande taille étaient conservés en mémoire vive sans que leur utilité soit prouvée.

Un GC lent, dans une mémoire vive de grande taille, obligé de prendre le temps de traiter des objets inutiles sans toutefois les éliminer est la cause des dysfonctionnements de LUMM.

Pour corriger cette anomalie, il fallait tout d'abord reproduire le comportement anormal du GC. Au cours de l'été 2014, l'intégrateur a donc mis en œuvre un environnement spécifique, appelé banc d'essai, à partir des recommandations du CASID et du scénario fonctionnel rédigé par le responsable de conduite de projet de l'Équipe de conduite de projet intégrée (ECPI) du Système d'information médicale (SIM) des Forces. Ce banc d'essai, dont les spécificités techniques et la configuration étaient similaires à l'environnement LUMM de production, était équipé d'un « robot » simulant le travail simultané de 600 usagers. L'anomalie reproduite, l'intégrateur a pu corriger le défaut de conservation inutile des objets métiers volumineux non utilisés, et optimiser l'algorithme du GC. En parallèle et sous le contrôle renforcé de la maîtrise d'ouvrage et de l'ECPI du SIM Forces, l'intégrateur a repris le développement du LUMM en optimisant des fonctionnalités très redondantes : la recherche de dossiers et l'écran de notification en droits restreints. Ces deux fonctionnalités ont vu leurs objets informatiques allégés et dorénavant compris dans le cycle de ramassage du GC.

La nouvelle version de LUMM (V3.7.0) caractérisée par une optimisation du GC, un allégement d'objets informatiques métier et une diminution de la mémoire vive des serveurs applicatifs, a ensuite été qualifiée au CeTIMA avant d'être testée en octobre 2014 par l'ECPI et par 35 usagers-testeurs de toutes les DRSSA. Par ailleurs, les serveurs de base de données ainsi que le système de gestion de la base de données ont été modernisés afin d'être plus performants.

Le 3 novembre 2014, onze mois après l'identification de l'anomalie, l'ensemble des opérations correctrices (conception de la nouvelle version, qualifications et validations de la version, mise en production de la solution et modernisation des serveurs et du système de gestion de la base de données) était achevé.

Il fallait s'assurer que ces corrections se traduisaient d'une part par une amélioration technique des performances du LUMM mais également par une amélioration des performances du LUMM pour les utilisateurs.

## Matériel et méthodes

### *Mesure de l'amélioration des serveurs applicatifs*

Les enregistrements ont été effectués le 4 septembre 2014 avant optimisation puis le 12 novembre 2014 après stabilisation. Les performances du GC « avant-après » ont été comparées grâce aux historiques des événements du LUMM.

## *Enquête de performance auprès des utilisateurs*

### Recueil des données

Pour pouvoir quantifier l'amélioration, il fallait disposer de mesures de la performance du LUMM avant optimisation. C'est pourquoi, une enquête transversale descriptive « avant-après » a été réalisée. Le recueil des données a été planifié du 16 au 27 juin 2014 pour l'enquête « avant » et du 12 au 14 novembre 2014 pour l'enquête « après ». Les établissements participants ont été sélectionnés parmi les Sites principaux (SP) ou Antennes médicales (AM) de Centres médicaux des armées (CMA), utilisateurs réguliers du LUMM c'est-à-dire ayant créé au moins 400 épisodes dans LUMM en mars 2014. Au total, 38 participants ont été sélectionnés.

Les procédures d'enquête, rédigées par le responsable de conduite de projet du SIM Forces ont été validées par des utilisateurs experts du LUMM (8).

Cinq requêtes différentes, caractéristiques de la pratique médicale en CMA, ont été étudiées :

1 : recherche d'un dossier dans sa structure ;

2 : accès à la synthèse OPEX ;

3 : validation du formulaire « Examen clinique appareil par appareil » en médecine d'armée ;

4 : validation du formulaire « Certificat médico administratif d'aptitude » ;

5 : édition d'un imprimé 620-4*/1.

Le niveau d'habilitation nécessaire variait selon la requête. Ainsi, seuls les médecins sont habilités à réaliser les requêtes 3 et 4.

Pour chaque requête, le type de réseau (Gendarmerie, INTRADEF ou Réseau des professionnels de Santé du Service de santé des armées (RePS3SA)), le mode de connexion (identification par carte professionnelle ou par mot de passe) ainsi que le délai nécessaire à la requête étaient renseignés. L'enregistrement des délais, du clic à l'affichage complet, était effectué grâce à l'installation sur les postes informatiques du module complémentaire pour Mozilla Firefox® « lori (Life-of-request info) » ou, lorsque cela n'était pas possible, à l'aide d'un chronomètre avec affichage des minutes et secondes. L'apparition à l'écran du message « une erreur inattendue est survenue » ainsi que le non-aboutissement de la requête correspondaient à un arrêt intempestif.

Pour disposer d'au moins 30 mesures par site avec un taux d'arrêts intempestifs estimé à 10 %, le nombre de mesures avait été fixé à 40 par site et pour chaque requête. N'étant pas opérateur-dépendantes, les mesures pouvaient être effectuées par différentes personnes. En revanche, elles devaient impérativement être effectuées dans la même structure car la qualité du réseau local peut varier d'une structure à une autre dans un même CMA.

### Analyse

Les données, saisies par les utilisateurs du LUMM sur un fichier Excel® et adressées au CeTIMA, ont été analysées avec le logiciel Stata 9.0®.

Les données ont été classées en trois catégories mutuellement exclusives : i) délai inférieur ou égal à 10 secondes, ii) délai strictement supérieur à 10 secondes, iii) arrêt intempestif. Par ailleurs, un délai aberrant a été défini comme strictement supérieur à 20 secondes. Le délai moyen nécessaire aux différentes requêtes a été calculé arrêt intempestif exclu.

Pour prendre en compte la variabilité de la qualité du réseau entre les sites et du mode de connexion (réseau Gendarmerie avec carte, réseau Gendarmerie avec login, INTRADEF et RePS3SA), une comparaison des délais moyens de réalisation des requêtes appariées a été réalisée avec le test de Student pour séries appariées. Au sein de chaque site, les données ont été appariées selon le mode de connexion et le réseau utilisé. Lorsque, au sein d'un même site, le nombre d'enregistrements était différent lors des deux enquêtes, un tirage au sort a été effectué pour obtenir le même nombre d'enregistrements et pouvoir constituer des paires. Le risque $\alpha$ choisi était de 5 %.

# Résultats

## *Résultats au niveau des serveurs*

Avant optimisation, environ 350 *full GC* étaient enregistrés dans la journée (fig. 1). Le gel applicatif durait en moyenne 9 secondes et au maximum 20,5 secondes.

Après optimisation, trois *full GC* ont été enregistrés dans la journée (fig. 2). Par ailleurs, 21 CMS GC ont été enregistrés. La durée de ces *full GC* variait de 7,5 à 11 secondes et celle des GC type CMS de 0,5 à 2 secondes.

## *Résultats au niveau des utilisateurs*

### Résultats globaux

Au total, 8 235 mesures ont été effectuées lors de l'enquête « avant » par 40 sites participants (38 sites désignés et 2 volontaires) et 8 782 lors de l'enquête « après » par 42 sites (les 40 précédents et 2 volontaires supplémentaires). Lors des enquêtes « avant » et « après », le nombre d'enregistrements était moins élevé pour les requêtes 3 et 4, nécessitant un médecin, que pour les autres (tab. I).

La proportion de requêtes s'effectuant en 10 secondes ou moins est passée de 64,3 % lors de l'enquête « avant » à 97,9 % lors de l'enquête « après ». La proportion de délais aberrants (>20 secondes) est passée de 17,7 % (1 461/8 235) lors de l'enquête « avant » à 0,5 % (43/8 782) lors de l'enquête « après ». Enfin, la proportion d'arrêts intempestifs est passée de 1,0 % à 0,3 %.

## *Résultats par requête et selon le mode de connexion*

Globalement, le délai moyen apparié était significativement meilleur pour l'ensemble des requêtes lors de l'enquête « après » que lors de l'enquête « avant ». La dispersion autour de la moyenne, mesurée grâce à l'intervalle de confiance à 95 % (IC 95 %) de la moyenne était par ailleurs plus faible lors de l'enquête « après » que de l'enquête « avant » (tab. II).

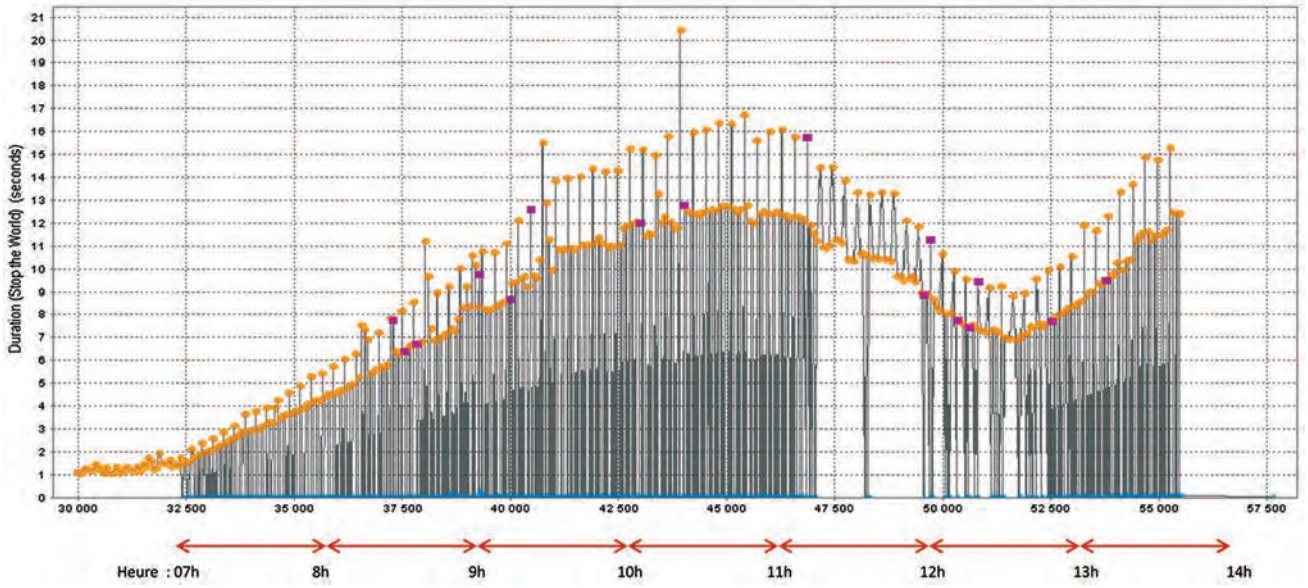



**Figure 1. Fonctionnement du *full garbage collector* (GC) du logiciel unique médico-militaire et médical le 4/9/2014 avant optimisation (chaque barre verticale correspond à un *full* GC).**

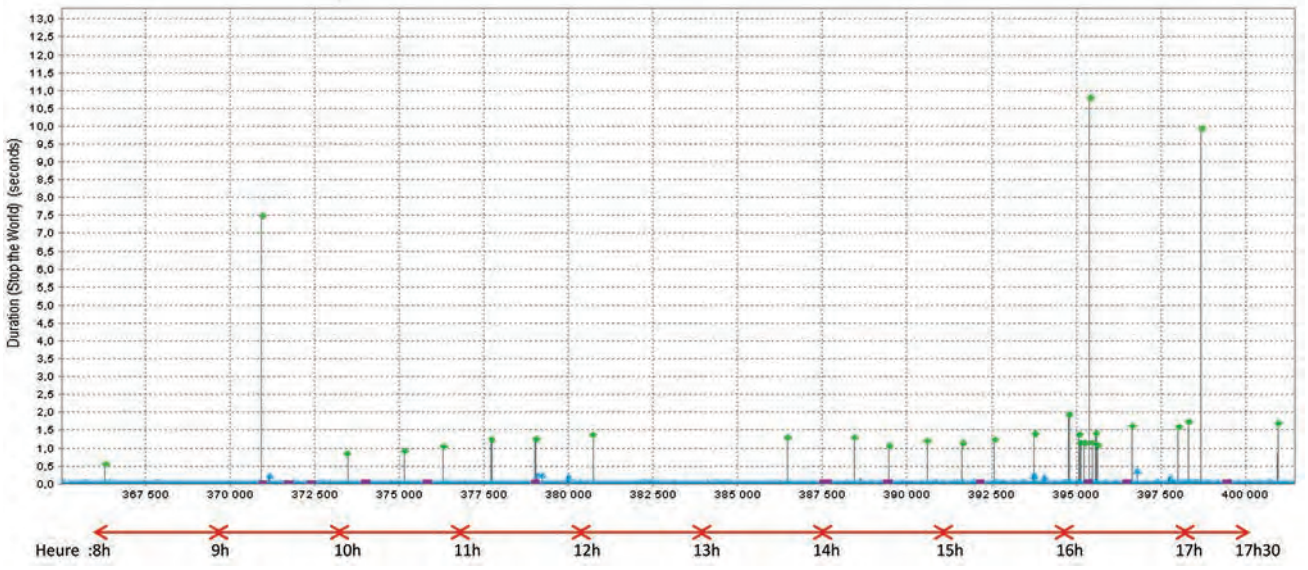



**Figure 2. Fonctionnement du *full garbage collector* (GC) du logiciel unique médico-militaire et médical le 12/11/2014 après optimisation (les barres coiffées d'un cercle orange sont des *full* GC, celles coiffées d'un cercle vert sont des *Content management system* GC).**

Pour la requête 1, correspondant à la recherche d'un dossier dans sa structure, 99,2 % des requêtes s'effectuaient en 10 secondes ou moins lors de l'enquête « après » contre 76,1 % lors de l'enquête « avant » (tab. I). La proportion d'arrêts intempestifs a significativement diminué passant de 0,7 % (14/2 011) lors de l'enquête « avant » à 0,1 % (2/2 042) lors de l'enquête « après » ($p < 10^{-6}$). Une seule requête s'est effectuée en plus de 20 secondes (20,06 secondes) lors de l'enquête « après » contre 106 lors de l'enquête « avant ». Lors de l'enquête « après », le délai moyen de réalisation de la requête 1 avec le RePS3A était de 1,8 seconde. L'intervalle de confiance à 95 % (IC 95 %) ne se superposant pas à ceux des moyennes obtenues avec les autres réseaux, les délais de réalisation de la requête 1 étaient donc significativement meilleurs avec le RePS3A (fig. 3).

Pour la requête 2, correspondant à l'accès à la synthèse OPEX, 99,2 % des requêtes s'effectuaient en 10 secondes ou moins lors de l'enquête « après »

**Tableau I. Distribution des délais de réponse selon la requête considérée lors de l'enquête « avant-après » (40 participants « avant » et 42 « après »).**

| | Enquête avant | | | | | | | | Enquête après | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ≤ 10 secondes | | > 10 secondes | | Arrêt intempestif | | Total | | ≤ 10 secondes | | > 10 secondes | | Arrêt intempestif | | Total | |
| | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Requête 1 | 1531 | 76,1 | 466 | 23,2 | 14 | 0,7 | 2011 | 100,0 | 2025 | 99,2 | 15 | 0,7 | 2 | 0,1 | 2042 | 100,0 |
| Requête 2 | 1406 | 85,6 | 233 | 14,2 | 3 | 0,2 | 1642 | 100,0 | 1740 | 99,2 | 15 | 0,8 | 0 | 0,0 | 1755 | 100,0 |
| Requête 3 | 1138 | 75,7 | 357 | 23,8 | 8 | 0,5 | 1503 | 100,0 | 1639 | 98,0 | 24 | 1,4 | 9 | 0,6 | 1672 | 100,0 |
| Requête 4 | 1180 | 75,4 | 381 | 24,3 | 5 | 0,3 | 1566 | 100,0 | 1659 | 98,0 | 27 | 1,6 | 7 | 0,4 | 1693 | 100,0 |
| Requête 5 | 38 | 2,5 | 1420 | 93,9 | 55 | 3,6 | 1513 | 100,0 | 1534 | 94,7 | 74 | 4,6 | 12 | 0,7 | 1620 | 100,0 |
| Total | 5293 | 64,3 | 2857 | 34,7 | 85 | 1,0 | 8235 | 100,0 | 8597 | 97,9 | 155 | 1,8 | 30 | 0,3 | 8782 | 100,0 |

**Tableau II. Délais moyens et intervalles de confiance à 95 % (IC 95 %) de réalisation des différentes requêtes lors de l'enquête « avant-après », tout mode de connexion confondu (analyse appariée sur 38 sites, selon le réseau et le mode de connexion utilisés).**

| | n | Enquête avant | | Enquête après | | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Moyenne | IC 95 % | Moyenne | IC 95 % | |
| Requête 1 | 1467 | 7,0 | 6,7-7,3 | 2,0 | 1,9-2,1 | $< 10^{-6}$ |
| Requête 2 | 1223 | 5,6 | 5,3-5,8 | 2,3 | 2,2-2,4 | $< 10^{-6}$ |
| Requête 3 | 1108 | 11,9 | 10,4-13,4 | 4,2 | 4,1-4,3 | $< 10^{-6}$ |
| Requête 4 | 1143 | 10,8 | 9,7-11,9 | 4,4 | 4,3-4,6 | $< 10^{-6}$ |
| Requête 5 | 1076 | 31,2 | 30,0-32,3 | 6,7 | 6,5-6,9 | $< 10^{-6}$ |

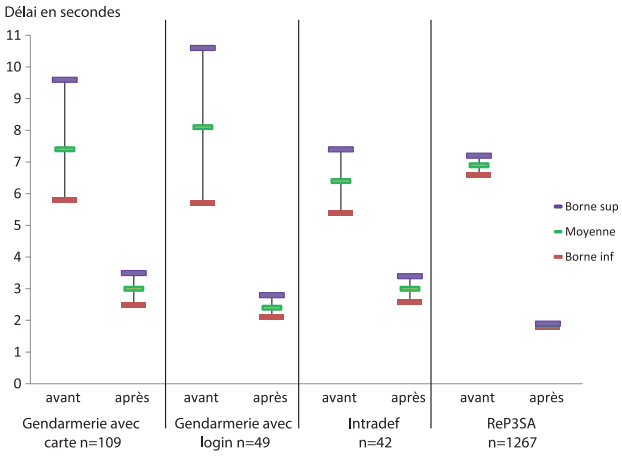



**Figure 3. Délai moyen de réalisation de la requête 1 avec IC 95 % de la moyenne selon la connexion (données appariées, 40 sites participants).**

contre 85,6 % lors de l'enquête « avant » (tab. I). Six requêtes se sont effectuées en plus de 20 secondes lors de l'enquête « après » contre 58 lors de l'enquête « avant ». Il n'y avait pas d'amélioration significative du délai moyen apparié de réalisation lors de l'enquête « après » en cas de connexion avec le réseau Gendarmerie avec login (fig. 4). En revanche, les délais moyens étaient tous significativement améliorés avec les autres modes de connexion ($p < 10^{-6}$).

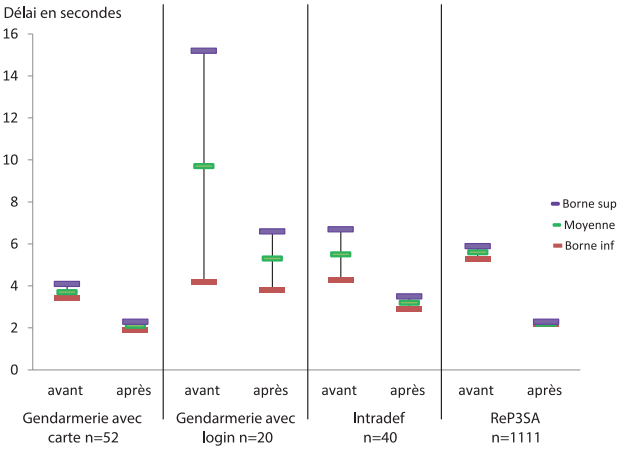



**Figure 4. Délai moyen de réalisation de la requête 2 avec IC 95 % de la moyenne selon la connexion (données appariées, 40 sites participants).**

Pour la requête 3, correspondant à la validation du formulaire « examen clinique appareil par appareil » en médecine d'armée, 98,0 % des requêtes s'effectuaient en 10 secondes ou moins lors de l'enquête « après » contre 75,7 % lors de l'enquête « avant » (tab. I). Le délai maximum de réalisation de la requête était de 52,8 secondes lors de l'enquête « après » alors que 38 requêtes dépassaient les 100 secondes (maximum = 178,7 secondes) lors de l'enquête « avant ». Les délais moyens étaient significativement améliorés avec tous les modes de connexion (p compris entre 0,02 et $< 10^{-6}$) sauf en cas de connexion par le réseau Gendarmerie avec login. Lors de l'enquête « avant », le délai moyen de réalisation de la requête 3 était très élevé avec une connexion au RePS3A. Lors de l'enquête « après », ce délai moyen a diminué de plus de 8 secondes, passant

de 12,6 à 4,1 secondes. Par ailleurs, lors de l'enquête « après », les délais enregistrés lors d'une connexion au RePP3SA se caractérisaient par une moindre dispersion des mesures (moyenne, borne inférieure et supérieure de l'IC 95 % quasiment égales) que les autres modes de connexion (fig. 5).

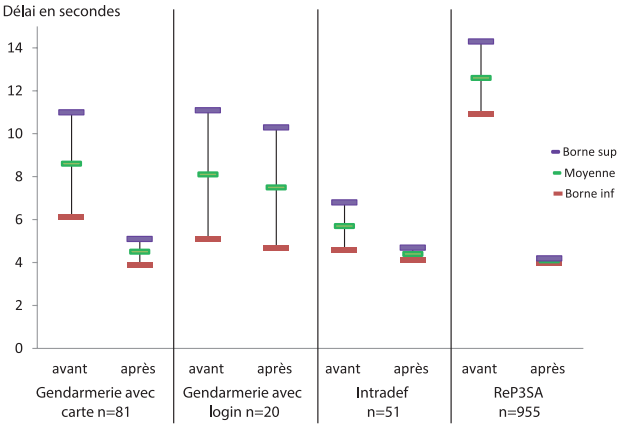



**Figure 5. Délai moyen de réalisation de la requête 3 avec IC 95 % de la moyenne selon la connexion (données appariées, 40 sites participants).**

Pour la requête 4, correspondant à la validation du formulaire « certificat médico administratif d'aptitude », 98,0 % des requêtes s'effectuaient en 10 secondes ou moins lors de l'enquête « après » contre 75,4 % lors de l'enquête « avant » (tab. I). Par ailleurs, 7 requêtes se sont effectuées en plus de 20 secondes (maximum = 60,3 secondes) lors de l'enquête « après » contre 181 (maximum = 166,6 secondes) lors de l'enquête « avant ». Globalement, le délai moyen de réalisation de la requête 4 a été significativement amélioré lors de l'enquête « après » ($p < 10^{-6}$). Le délai moyen de réalisation de la requête 4 le plus rapide (4,3 secondes) était observé avec une connexion au RePP3SA et se caractérisait par une très faible dispersion avec moins de 0,2 seconde d'écart entre la borne inférieure et la borne supérieure de l'IC 95 % (fig. 6).

Pour la requête 5, correspondant à l'édition d'un imprimé 620-4*/1, la proportion d'arrêts intempestifs a significativement diminué passant de 3,6 % (55/1513) lors de l'enquête « avant » vs 0,7 % (12/1620) lors de l'enquête « après » ($p < 10^{-8}$) (tab. I). Par ailleurs, 94,7 % des requêtes s'effectuaient en 10 secondes ou moins lors de l'enquête « après » contre 2,5 % lors de l'enquête « avant ». Enfin, 24 requêtes se sont effectuées en plus de 20 secondes (maximum = 50,2 secondes) lors de l'enquête « après » contre 1 058 (maximum = 159,6 secondes) lors de l'enquête « avant ». Lors de l'enquête « après », le délai moyen de réalisation de la requête 5 n'était pas significativement différent selon le réseau utilisé. Par ailleurs, quel que soit le réseau considéré, la dispersion autour de la moyenne était extrêmement faible puisqu'il y avait moins de deux secondes d'écart entre la borne inférieure et la borne supérieure de l'intervalle de confiance (fig. 7).

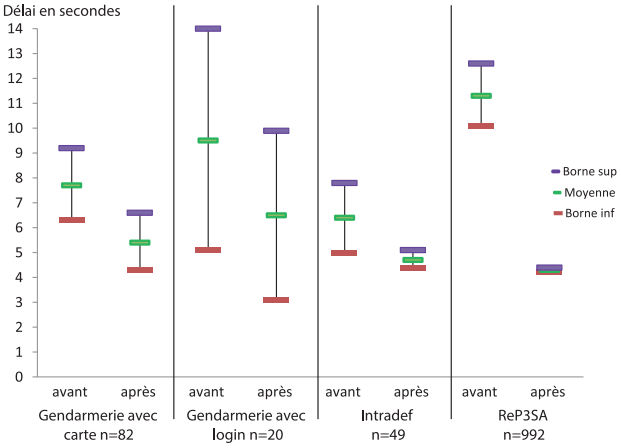



**Figure 6. Délai moyen de réalisation de la requête 4 avec IC 95 % de la moyenne selon la connexion (données appariées, 40 sites participants).**

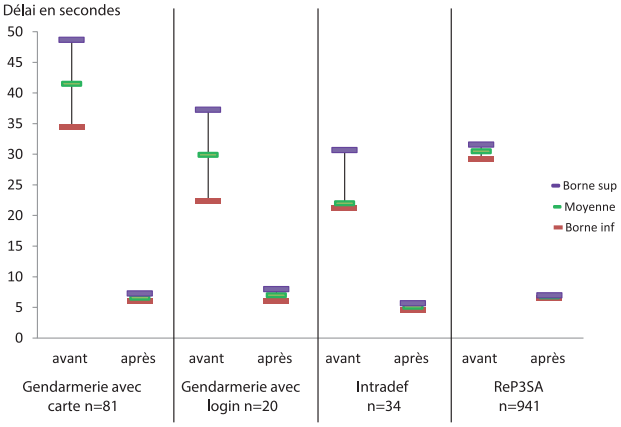



**Figure 7. Délai moyen de réalisation de la requête 5 avec IC 95 % de la moyenne selon la connexion (données appariées, 40 sites participants).**

## Résultats par site

Il existait des disparités selon les sites. L'amélioration était spectaculaire dans 10 sites (CMA Angoulême AM Brie-la-Braconne, CMA Poitiers-Saint Maixent AM Ladmirault, CMA Rochefort-Cognac SP, CMA Rennes AM St Jacques de la Lande, CMA Vannes-Coëtquidan AM Vannes, CMA Lyon-Mont Verdun AM Mont Verdun, CMA Metz SP, CMA Phalsbourg SP, CMA Villacoublay SP, CMA Lille SP, CMA Nîmes-Orange-Laudun AM Chabrières) où toutes les requêtes s'effectuaient en 10 secondes ou moins, lors de l'enquête « après », y compris pour la requête 5 ce qui n'était pas le cas lors de l'enquête « avant ». Tous ces sites sauf l'AM Chabrières se connectaient au LUMM exclusivement par le RePP3SA. L'AM Chabrières utilisait à parts égales le RePP3SA et INTRADEF pour se connecter.

En revanche, les améliorations étaient médiocres dans d'autres sites. Ainsi, sur les 30 arrêts intempestifs enregistrés lors de l'enquête « après », l'AM Uzein du CMA Pau-Bayonne-Tarbes et le site principal du CMA de Cazaux totalisaient respectivement 7 et 6 arrêts intempestifs (respectivement 23,3 % et 20,0 %)

alors qu'ils avaient réalisé 226 et 200 enregistrements (respectivement 2,3 % et 1,9 %). Ces deux sites utilisaient le ReP3SA pour se connecter à LUMM.

À l'AM Melun du CMA de Montlhéry, les performances du LUMM étaient paradoxalement meilleures pour la requête 4 lors de l'enquête « avant ». En effet, la proportion de requêtes s'effectuant en 10 secondes ou moins était de 85,3 % (29/34) lors de l'enquête « avant » alors qu'elle était égale à 77,5 % (31/40) lors de l'enquête « après ». Ce site se connectait au LUMM via le réseau Gendarmerie par carte.

## Discussion

### *Une enquête consommatrice de temps et de personnel*

Pour minimiser l'impact de l'étude sur l'activité des CMA, les sites sélectionnés utilisaient tous LUMM de façon très régulière (plus de 400 connexions au cours du mois précédant la sélection des sites participants en avril 2014). Cependant, malgré l'octroi de temps supplémentaire et des relances, il n'a pas été possible d'obtenir pour chaque site participant 40 mesures pour chaque requête pour plusieurs raisons :

– certains médecins ne renseignant pas dans LUMM l'examen clinique appareil par appareil lors d'une visite médicale périodique (VMP), la requête ne pouvait être réalisée ;

– le nombre de VMP était insuffisant ;

– les médecins, indispensables pour la réalisation des requêtes 3 et 4, n'étaient pas en nombre suffisant.

Ainsi, sur les 40 sites ayant participé à l'enquête « avant-après », seulement 26 ont recueilli un nombre suffisant de données permettant une analyse appariée du délai moyen nécessaire à la réalisation de chacune des 5 requêtes. Les difficultés d'obtention d'un nombre suffisant de données, malgré la mobilisation du personnel des CMA participants, de l'ECPI du SIM Forces et du bureau Médecine d'armée de la sous-direction Plans-Capacités rendent difficilement renouvelable une étude d'une telle envergure.

### *Une amélioration globale des performances du LUMM*

#### Une diminution du nombre et de la durée du full GC…

Les opérations de stabilisation ont permis de diviser par environ 100 le nombre de déclenchements quotidiens du full GC. Certes, des GC de type CMS sont apparus lors de l'enquête « après » mais ils étaient espacés dans le temps et ne duraient en moyenne que quelques dixièmes de secondes.

#### …qui se traduit par une diminution des arrêts intempestifs

Lors de la conception de l'étude, la proportion de requêtes aboutissant à un arrêt intempestif avait été estimée à 10 %. Ce taux avait été surestimé. En effet, lors de l'enquête « avant », il était égal à 1,0 % toutes requêtes confondues avec un maximum à 8,3 % pour la requête 5. Lors de l'enquête « après », cette proportion a diminué significativement en passant à 0,3 % toutes requêtes confondues.

#### … des délais moyens de réalisation des requêtes améliorés

La proportion de requêtes s'effectuant en 10 secondes ou moins variait de 94,7 % à 99,2 % lors de l'enquête « après » alors que cette proportion variait de 2,5 % à 85,8 % lors de l'enquête « avant ». L'analyse appariée, effectuée sur les 40 sites ayant participé aux enquêtes « avant » et « après » montrait une amélioration significative du délai moyen de réalisation des requêtes ($p < 10^{-6}$). Par ailleurs, les délais moyens lors de l'enquête « après » étaient caractérisés par une moindre dispersion autour de la moyenne.

#### … et une quasi-disparition des délais aberrants

Toute requête confondue, la proportion de délais aberrants (> 20 secondes) est passée de 17,7 % lors de l'enquête « avant » à 0,5 % lors de l'enquête « après ». Selon la requête considérée, la proportion de délais aberrants variait de 5,0 % à 71,8 % lors de l'enquête « avant » contre 0,0 % à 1,5 % lors de l'enquête « après ».

### *Des disparités selon le réseau considéré et selon les sites*

Les délais moyens de réalisation d'une requête avec le ReP3SA étaient systématiquement parmi les deux délais les plus courts quelle que soit la requête considérée. Avec ce réseau, la dispersion autour de la moyenne était systématiquement la plus faible quelle que soit la requête considérée. Cependant, une analyse plus fine des résultats montrait des disparités. Ainsi, les deux sites (CMA Cazaux et AM Uzein) totalisant le plus d'arrêts intempestifs utilisaient également ce réseau. L'amélioration existait avec le réseau Gendarmerie mais dans une moindre mesure.

## Conclusion

Pour la première fois, les performances du LUMM ont été mesurées auprès de sites utilisateurs sur cinq requêtes représentatives de l'activité en médecine d'armée.

La correction du défaut de performance par l'intégrateur s'est traduite concrètement pour les utilisateurs :

– par une diminution globale du taux d'arrêts intempestifs ;

– par une quasi-disparition des délais aberrants (>20 secondes) ;

– par une diminution significative du délai nécessaire à la réalisation de toutes les requêtes ;

– par une diminution de la dispersion des délais autour de leur moyenne.

L'étude a cependant mis en évidence des sites où le taux d'arrêts intempestifs est plus élevé qu'ailleurs. Des analyses devront donc être menées pour comprendre les raisons de cette moindre performance et identifier de nouvelles pistes d'amélioration. En particulier, il convient d'identifier les défauts de réseaux locaux, ce qui n'était pas l'objectif de cette enquête nationale sur échantillon.

Enfin, cette étude, consommatrice de temps pour les utilisateurs, l'ECPI et les bureaux de la DCSSA impliqués, ne pourra être renouvelée telle quelle. Il faudra cependant disposer de moyens pour mesurer les performances applicatives lors de la mise à disposition de nouvelles versions majeures de LUMM et ne pas attendre, comme cela était le cas jusqu'ici, pour disposer de mesures objectives confirmant le ressenti des utilisateurs.

Les audits et les enquêtes qui ont permis de mettre en évidence l'amélioration concrète des performances du LUMM ont permis à la Direction centrale du Service de santé des armées de poursuivre l'utilisation et le développement du LUMM, qui sera totalement intégré dans le futur CMA numérique.

Les auteurs de l'article remercient : le personnel médical, paramédical et périmédical des Centres médicaux des armées ayant participé à l'enquête, sans qui le recueil des données n'aurait pas été possible. Le personnel des Directions régionales du Service de santé des armées qui a assuré le suivi de l'enquête. L'équipe du Centre de traitement de l'information médicale des armées qui a effectué l'assistance technique.

**Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt concernant les données présentées dans cet article.**

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Foerenbach H. Expérience d'informatisation du suivi médical systématique d'une unité. Med armées 1989 ; 17 (5) : 413-8.
2. Ministère de la Santé et des Solidarités, 2007. Décret n° 2007-960 du 15 mai 2007 relatif à la confidentialité des informations médicales conservées sur support informatique ou transmises par voie électronique et modifiant le code de la santé publique, JORF n°0113 du 16 mai 2007, texte n°210.
3. Ministère de la Défense, 2009. Arrêté du 12 février 2009 portant création d'un traitement automatisé de données à caractère personnel relatif à la gestion et au suivi des dossiers médicaux et médico-militaires des personnels du ministère de la défense, JORF n°0052 du 3 mars 2009, texte n°13.
4. Ministère de la Défense, 2012. Arrêté du 9 novembre 2012 portant à l'organisation du service de santé des armées, JORF n°0276 du 27 novembre 2012, texte n°7.
5. Fowler M, Rice D, Foemmel M, Hieatt E, Mee R, Stafford R. Patterns of Enterprise Application Architecture Addison-Wesley Professionnal. London : Pearson Education, 2003.
6. Eckerson W. Three tier client/server architecture : achieving scalability, performance, and efficiency in client server applications. Open Information Systems 1995 ; 3 (20) : 46-54.
7. Jones R, Hosking A, Moss E. The Garbage Collection Handbook : The Art of Automatic Memory Management. London : Chapman and Hall, 2011.
8. Ministère de la Défense, 2011. Instruction 2007/DEF/DGSIC du 24 mars 2014 relative au pilotage d'un système d'information outillant les processus de fonctionnement du ministère, de la conception au retrait de service.