

# Prototype d'interopérabilité entre hôpitaux et médecins traitants

Bruno Alves<sup>b</sup>, Michael Schumacher<sup>b</sup>, David Godel<sup>c</sup>, Philippe Richard<sup>b</sup>, Omar Abu Khaled<sup>c</sup>, Henning Müller<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Service d'Informatique Médicale, Hôpitaux Universitaire de Genève, Genève, Suisse

<sup>b</sup> Institut d'Informatique de Gestion, HES-SO, Sierre, Suisse

<sup>c</sup> Institut ICTI, HES-SO, Fribourg, Suisse

**Résumé.** L'interopérabilité et l'échange de données entre partenaires du secteur médical sont considérés comme l'un des facteurs les plus importants pour améliorer les processus de soin et, sur le long terme, réduire les coûts du système de santé. Beaucoup de pays ont des initiatives e-Santé en préparation ou en implémentation. Dans ce domaine, la Suisse est en train de combler son retard. En effet, le système de santé en Suisse est fragmenté en raison de son organisation en cantons. Il est donc plus difficile de coordonner les efforts entre les différents acteurs de la santé. Dans le projet Medicoordination qui est présenté dans cet article, une approche pragmatique a été choisie : l'intégration de plusieurs partenaires de la santé à un niveau régional dans la Suisse romande. En effet, en parallèle à la stratégie eHealth qui est en train d'être élaborée par la Confédération suisse, Medicoordination vise spécialement les hôpitaux de taille moyenne et leurs partenaires externes afin d'implémenter des scénarios d'échange d'information à forte valeur ajoutée. Dans cet article, nous nous concentrons sur l'implémentation prototype d'un scénario que nous avons choisi avec nos partenaires médicaux : la lettre de sortie. Bien que simple en soi, l'échange électronique de lettres de sortie révèle de sérieuses difficultés en raison de la nature multi-partenaire du projet. La valeur ajoutée d'un tel projet est potentiellement grande : il démontre que l'interopérabilité peut fonctionner dans la pratique.

**Mots clés:** Systèmes d'Information, Informatique médicale, Dossier Patient, Interopérabilité.

## 1 Introduction

Les dossiers électroniques de patients ont fortement changé la gestion des données et des processus dans les hôpitaux [1]. Les données accessibles au format digital permettent une communication simple des données. Le personnel soignant peut accéder simultanément aux données qui peuvent être dupliquées facilement. L'échange de données médicales au format digital a également d'autres avantages que la prévention de pertes de données. Des données plus complètes permettent d'éviter des traitements inappropriés [2,3]. Des doublons d'examens peuvent être évités si les résultats d'examens sont rapidement communiqués. Par contre, les patients ont peur de l'abus sur les données qui sont enregistrées de manière centralisée dans de grandes bases de données, le potentiel de malveillance étant plus important que pour les dossiers papiers.

Afin de tirer profit du potentiel de l'interopérabilité médicale, ainsi que pour proposer des solutions aux risques d'abus de données, différentes stratégies pour l'interopérabilité ont été définies dans de nombreux pays [4,5] ainsi qu'au niveau européen [6]. La Confédération suisse a également démarré l'élaboration d'une stratégie e-Health pour les dix prochaines années en gérant les données médicales à différents niveaux et en incluant divers groupes d'intérêt. Une première série de recommandations de standards ainsi qu'une architecture générale qui se base sur une identification des patients et des professionnels ont déjà été publiés. La Suisse étant un Etat fédéral, une infrastructure totalement distribuée est prévue. Les données sont enregistrées là où elles sont produites. Elles sont également toutes décrites par des métadonnées qui sont enregistrées elles

aussi de manière distribuée. Ce système de métadonnées couplé à un système de définition de rôles permet alors un accès sélectif aux documents médicaux.

Beaucoup de standards existent dans le domaine. Il serait aberrant d'en définir de nouveaux. Par contre, un choix opportun parmi tous les standards doit être réalisé afin de s'adapter au mieux aux requis de l'architecture de base recommandée par la stratégie e-Health. C'est justement ce qu'a réalisé la Confédération suisse. HL7 CDA (Health Level 7, Clinical Document Architecture) définit un format pour échanger différents types de documents. CEN13606 (European Committee for Standardization) offre également un cadre général pour la description de données. Des standards pour le codage existent dans de nombreux domaines, tel qu'ICD (International Code of Diseases) pour les maladies, SNOMED CT (Systemized Nomenclature in Medicine Clinical Terms, [7]) comme une terminologie très vaste ou LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes) pour les laboratoires et les résultats cliniques. Et bien d'autres encore.

Il existe par contre un clair besoin de pouvoir accéder de manière consolidée aux données d'un patient. Dans ce sens, des entreprises comme Microsoft<sup>1</sup> et Google<sup>2</sup> ont compris le potentiel d'une telle consolidation en permettant la création de profils personnels de santé. Aux Etats-Unis, beaucoup d'hôpitaux offrant également de tels dossiers de santé personnels permettent une exportation de ces données vers les profils personnels de l'une de ces solutions commerciales [8]. Le risque que ces acteurs commerciaux utilisent ces données à leurs propres fins est bien réel.

Le projet Medicoordination<sup>3</sup> décrit dans ce papier se comprend comme un complément à la stratégie suisse eHealth en se concentrant principalement sur les hôpitaux régionaux et leurs partenaires externes, là où l'échange de données n'a pas été un sujet autant important que dans les hôpitaux universitaires [9]. En communiquant avec des acteurs externes, Medicoordination a identifié plusieurs scénarios d'échange de données dont l'implémentation apporte une valeur ajoutée claire. Cela permet de tester les infrastructures en parallèle à la création de la stratégie e-Health, ainsi que de gagner de l'expérience avec ces outils et de localiser les problèmes potentiels. À noter que le projet s'est limité à la partie francophone de la Suisse.

Ce document présente la mise en œuvre d'un prototype d'infrastructure de soins interopérable. L'infrastructure de Medicoordination ("*Medicoordination Healthcare Infrastructure*" – MHI) est basée sur les recommandations de la Confédération helvétique [5]. L'accent a été mis sur l'intégration d'un middleware d'interopérabilité entre les infrastructures médicales existantes. Le projet Medicoordination s'efforce de rendre l'accès et le partage des données médicales importantes entre les petits et moyens acteurs médicaux plus efficaces et plus faciles. L'objectif du projet est de promouvoir l'échange électronique des données médicales en Suisse par :

- l'adoption des techniques recommandées par la Confédération suisse, en particulier l'Integrating the Healthcare Enterprise<sup>4</sup> (IHE) ;
- une enquête informative, présentant les exigences d'interopérabilité de l'industrie médicale suisse ;
- un prototype mettant l'accent sur les avantages de l'interopérabilité dans le contexte de l'échange électronique de données.

L'objectif du prototype est de communiquer une lettre de sortie d'un hôpital à un médecin traitant identifié par son code EAN<sup>5</sup> de façon automatisée et de permettre l'intégration de la lettre directement dans le fichier médical du praticien sans intervention manuelle. Le prototype a été déployé et est pleinement opérationnel. Sa conception, sa réalisation et les tests sont présentés dans ce document.

---

1 <http://www.healthvault.com/>

2 <http://www.google.com/health>

3 <http://www.Medicoordination.ch>

4 <http://www.ihe.net/>

5 <http://www.gs1.ch/>

## 2 Méthodes

Le projet Medicoordination inclut deux phases distinctes. Durant la première phase, des interviews ont été réalisées avec différents acteurs du secteur médical suisse : des hôpitaux de taille petite, moyenne et universitaires, des médecins, des producteurs de solutions de systèmes cliniques et de systèmes de gestion médicale de cabinets, des associations médicales, des assurances-maladie, des laboratoires et des prestataires d'imagerie médicale. Sur la base d'une liste exhaustive d'acteurs médicaux, une sélection a permis d'inclure tous les secteurs concernés. La seconde phase du projet concerne le choix et l'implémentation concrète d'un scénario d'interopérabilité entre hôpitaux et leurs acteurs externes.

La première phase est décrite en [10] et quelques résultats ont été ajoutés par souci d'exhaustivité. Des interviews personnelles avec 18 partenaires ont été menées dans le but d'obtenir une évaluation qualitative des besoins de chaque partenaire concernant l'interopérabilité médicale au sens large. Les questions ci-dessous ont servi de base de discussion:

- Quel dossier 'patient' électronique est utilisé et qu'est-ce qui est réellement digital ?
- Quels standards et terminologies sont utilisés, voire quel modèle de données (comme HL7 RIM) ?
- Quelle est votre attitude par rapport à l'interopérabilité et l'échange de données ? Quel est le potentiel et où sont les risques ?
- Quels scénarios vous aideraient concrètement dans l'échange de données avec l'externe ?

### 2.1 Scénarios choisis pour une première implémentation

Les processus présentant la plus grande valeur ajoutée pour les docteurs et les hôpitaux régionaux ont été identifiés comme suit : (1) *avis de sortie*, (2) *lettre de sortie*, (3) *protocole opératoire*, et (4) *demande d'admission*. Au moment de l'admission, les documents d'admission sont envoyés du médecin traitant à l'hôpital, et lorsque le patient quitte l'hôpital de l'hôpital au médecin traitant. Cette communication est présente pour pratiquement tous les patients. Un flux d'information rapide peut donc réduire des processus manuels.

Nous avons défini les premières spécifications d'un avis de sortie avec une architecture utilisant un serveur de résultats, tel qu'illustré à la Figure 1. L'avis de sortie est un court texte qui résume le séjour du patient à l'hôpital. Lorsque le patient quitte l'hôpital, le médecin hospitalier écrit cet avis directement en texte libre (semi-structuré) dans le système d'information. Le document est envoyé au médecin traitant soit par fax, soit par courrier ou par le patient lui-même.

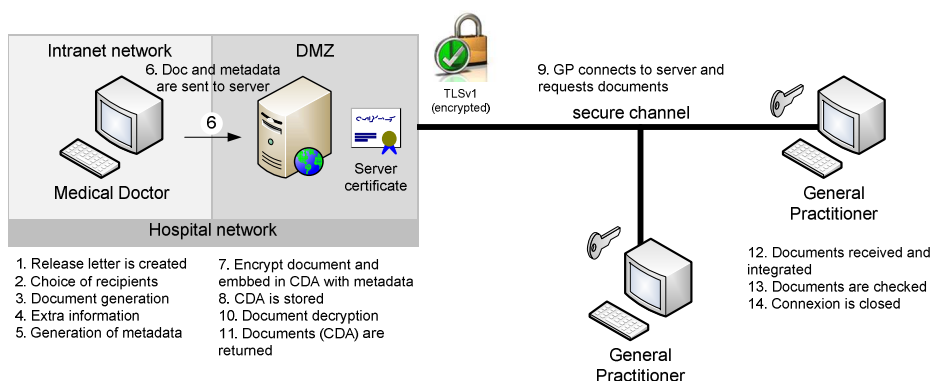


Figure 1. Scénario d'un serveur de documents à l'intérieur des hôpitaux et l'échange avec les partenaires externes

Le flux des événements proposé dans le système électronique peut être résumé ainsi :

1. Le médecin hospitalier crée un avis de sortie (ou un autre type de document);

2. Le destinataire du document est choisi ;
3. Le document est généré partiellement avec les données du dossier de patient ;
4. Le document est complété avec de l'information additionnelle et traduit au format PDF ;
5. Le médecin hospitalier crée un document de métadonnées associé en XML ;
6. Le document (avis de sortie + métadonnées) est envoyé au serveur de documents ;
7. Le serveur de documents encrypte le fichier PDF et l'englobe dans un fichier HL7 CDA-CH ;
8. Le serveur de documents stocke le CDA dans le Repository et les métadonnées dans le Registry ;
9. Le médecin traitant se connecte au serveur de documents par un canal sécurisé TLSv1 et demande à recevoir tous les documents en attente pour lui/elle ;
10. Le serveur décrypte tous les documents PDF embarqués (les PDF restent dans leurs CDA respect.) ;
11. Le serveur de documents retourne tous les documents ainsi trouvés ;
12. Le logiciel du médecin traitant (Mediway) récupère les documents et intègre les données contenues ;
13. Le médecin traitant vérifie le document et confirme sa validité
14. Le médecin traitant ferme sa session sécurisée puis sort du système.

## 2.2 Exigences pour l'implémentation de référence

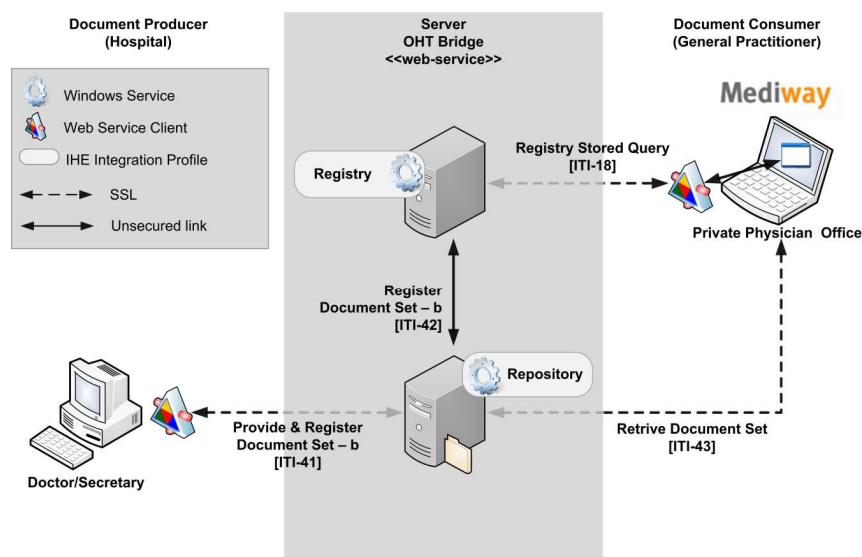


Figure 2. Vision globale du prototype, avec toutes ses composantes

L'analyse des réponses au sondage a aidé à établir un résumé des exigences pour le prototype :

- il doit intégrer les solutions existantes et les frameworks ;
- il ne devrait pas perturber la pratique normale des médecins ;
- il doit assurer l'interopérabilité avec des solutions déjà installées dans les cabinets médicaux ;
- il doit suivre les recommandations de la Stratégie de cybersanté suisse sur les normes.

Nous avons collaboré avec plusieurs médecins traitants à l'élaboration d'un ensemble d'exigences pour les métadonnées et les formats de document. Ce processus a précisé que les lettres de sortie sont actuellement réalisées de préférence au format PDF avant d'être imprimées. Pour chaque document produit, nous avons choisi de générer des métadonnées sous forme de documents XML, y compris les identifiants pour l'envoi et la réception aux cliniciens ainsi qu'au patient.

### 3 Résultats

Cette section détaille l'architecture du prototype et les résultats que nous avons obtenus avec l'implémentation actuelle.

#### 3.1 Architecture

L'architecture du prototype se compose d'un registre / dépôt et de deux clients, l'un pour soumettre les documents et l'autre pour les recevoir. Un serveur basé sur XDS (Cross-Enterprise Document Sharing) a été utilisé tant pour le dépôt que pour le registre. Le profil d'intégration IHE XDS décrit une infrastructure reposant sur des normes (ebXML) pour gérer l'échange de données médicales sensibles entre les entreprises médicales. Une version plus récente du profil XDS (XDS.b), qui remplace l'ancien (rebaptisé XDS.a), est apparue. Elle supporte SOAP 1.2 et dispose d'autres mises à jour sur la version précédente. Le prototype n'implémente pas les notifications. Les médecins traitants doivent interroger manuellement le registre. Une fois qu'un document est téléchargé, il est archivé et disparaît du serveur.

L'architecture de la Figure 2 montre les interactions entre les acteurs. Les profils IHE correspondants sont affichés sous forme d'un filigrane. Le médecin hospitalier écrit la lettre de sortie pour le patient et le transmet au serveur (métadonnées prédéfinies). L'application cliente du médecin traitant communique alors avec le serveur pour interroger le registre et récupérer les documents disponibles. Les communications client-serveur sont canalisées dans le Bridge à travers un point de terminaison de type Web Service. Les requêtes et les résultats sont filtrés avant d'être transmis.

#### 3.2 Implémentation côté serveur

**Couche de fond : XDS.b.** Le serveur de backend en charge des transactions XDS consiste en un service d'implémentation de référence Microsoft XDS.b. Le registre et le dépôt sont tous deux implémentés en tant que services Windows Communication Foundation (WCF) / .Net utilisant des protocoles de communication Web standards. Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.2 est utilisé pour la messagerie, Message Transmission Optimization Mechanism (MTOM) pour les pièces jointes et WS-Addressing6 pour la remise des messages.

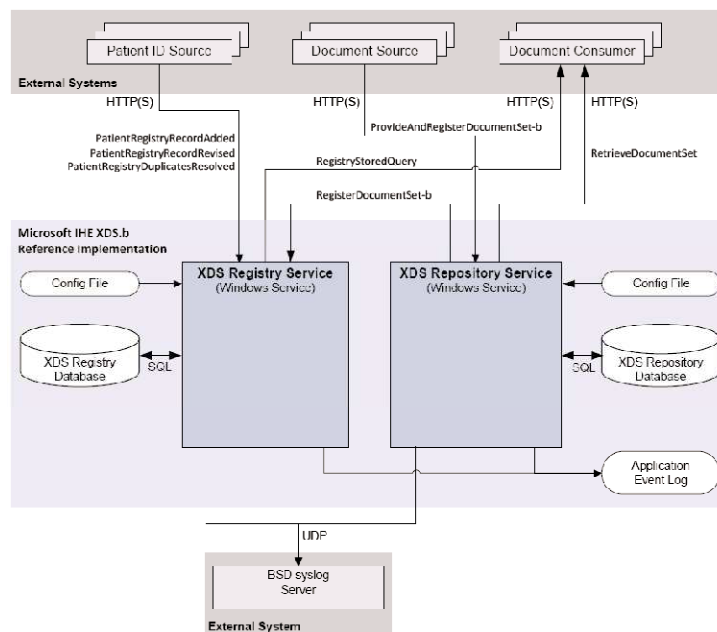


Figure 3. Implémentation référence de Microsoft XDS.b incluant protocoles et composants

L'architecture illustrée à la Figure 3 montre la mise en œuvre de Microsoft XDS.b. Le prototype décrit ici utilise des canaux de communication cryptés bidirectionnels de type SSL (Secure Socket Layer) entre les couches. Les certificats sont auto-signés (à des fins de test).

**Couche supérieure : OHF Bridge.** *iheprofiles* est un sous-projet de l'Open Health Tools7 (OHT). Il vise à faciliter l'intégration des profils IHE dans des projets de santé et se compose d'une architecture orientée 'plug-in'.

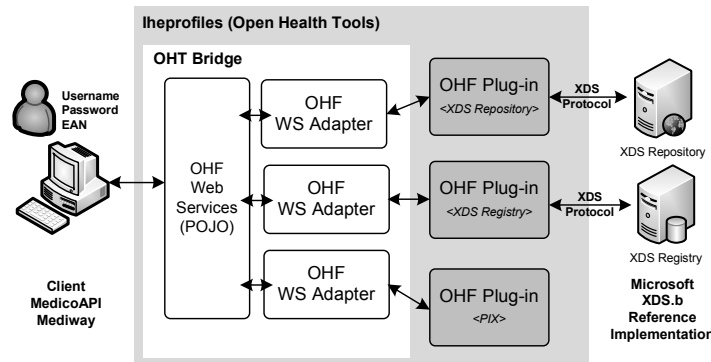


Figure 4. Intégration d'iheprofiles dans MHI

Comme le montre la Figure 4, les implémentations de profil sont interfacées par des plug-ins. Un end-point de Web service (OHF Bridge) expose ensuite les fonctionnalités derrière une interface unifiée. Le Bridge est constitué de nombreux services Web encapsulés dans un conteneur AXIS 2.0 tournant sur un serveur Tomcat 6. Les communications avec le serveur XDS.b utilisent SOAP 1.2 et SSL avec des certificats auto-signés (SSC). La communication avec les clients est basée sur SOAP 1.1, SSL avec SSC et de l'authentification de type 'token' (UsernameToken8 de WS-Services).

Le prototype utilise un mécanisme de contrôle d'accès complémentaire. Les médecins traitants et les médecins hospitaliers devront fournir un numéro EAN-13 supplémentaire afin de pouvoir soumettre ou récupérer des documents. Ce numéro EAN est utilisé pour filtrer les documents qui ne sont pas destinés au requérant. Le code EAN est conservé dans une base de données (à ce jour, un fichier texte) avec des informations d'identification.

### 3.3 Implémentation côté client

Le document source produit des documents et le récepteur les récupère. Le prototype fournit ainsi des implémentations pour deux types de clients.

**Implémentation côté client - Emetteur de documents.** Avant que les documents ne soient envoyés par le clinicien au serveur à travers le Bridge, ceux-ci sont envoyés dans un dossier prédéfini. Ce dossier peut être un dossier sFTP (Secure File Transfer Protocol) local ou distant. Un petit outil Java 1.6 (CheckAppFolder) interroge l'état du dossier à intervalles réguliers. Lorsque de nouveaux documents sont disponibles, ils sont transmis au Bridge pour l'enregistrement et le stockage.

La Figure 5, ci-dessous, illustre la relation entre les composants client. Avant l'envoi des documents, ces derniers sont codés en base-64 et intégrés dans un fichier HL7 CDA (seul format supporté par le Bridge). Les fichiers d'accompagnement de métadonnées (en XML) sont utilisés pour compléter les fichiers associés CDA avant qu'ils ne soient envoyés au serveur XDS. Les métadonnées sont mappées aux métadonnées XDS Registry.

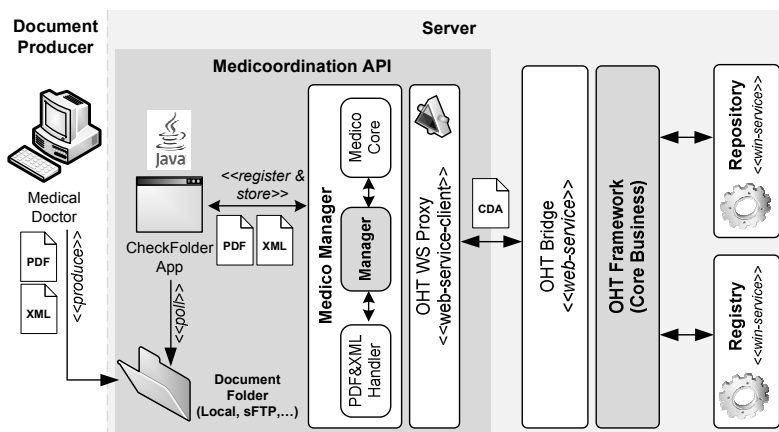


Figure 5. MD Client → Serveur Medicoordination

**Implémentation côté client - Récepteur de documents.** Le client récepteur est implémenté dans une version modifiée du logiciel. Mediway9 est une application standalone pour la gestion des dossiers de santé électroniques des médecins traitants.

Cette modification a été introduite sous la forme d'un module. NET, le connecteur OHF le reliant de manière transparente aux logiciels existants. Il est responsable de la communication avec le dépôt et le registre (à travers le bridge).

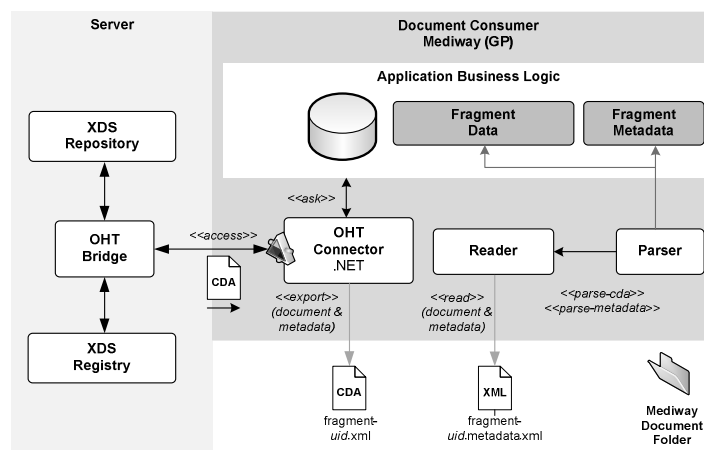


Figure 6. Intégration GP Client (Mediway) → Serveur Medicoordination

L'aspect 'praticien' du prototype est illustré dans la Figure 6. Le système lit d'abord la liste des notes pointant sur le praticien à partir du registre. Tous les documents sont ensuite téléchargés à partir du dépôt et placés dans un dossier temporaire choisi par l'utilisateur Mediway. Le connecteur OHF produit également des fichiers d'accompagnement de métadonnées. Tous les documents sont transférés dans le format original CDA et ont besoin d'être décodés avant l'extraction de l'information et le stockage dans Mediway.

### 3.4 Timing et résultats

Pour les tests du prototype, deux serveurs ont été utilisés. Le premier, HEFR, a été installé dans une ferme de serveurs de l'Etat pour un hôpital de Fribourg. Le second, nommé VRS, a été installé sur une machine virtuelle dans un hôpital en Valais. Les deux serveurs ont des instances de Microsoft XDS.b Reference Implementation<sup>10</sup> et ihetools<sup>11</sup>, qui sont décrits plus avant dans cet article. Le premier système exécute une copie de Windows Server 2003 R2 sur un Intel Xeon @3.2 GHz avec 1 Go de mémoire. La deuxième machine

comporte une machine virtuelle Windows XP Pro SP3 fonctionnant sur un Pentium 4 @ 3 GHz avec 1 Go de RAM.

Tous les tests de communication ont été réalisés sur les deux serveurs en utilisant quatre types de comptes de praticiens et un nombre raisonnable de fichiers pour chaque situation. Nous avons mesuré les minutages et les taux de transfert avec une connexion T1 sur un PC récepteur. Les résultats obtenus sont supposés prouver la stabilité du système pour un nombre arbitraire de fichiers et confirmer l'avantage évident d'un système électronique par rapport aux lettres papier traditionnelles.

Pour chaque serveur, nous avons fait un lot de mesures concernant le temps de transfert (TT) et le taux de transfert (TR). La première mesure indique le temps écoulé (en secondes) entre le début et la fin du téléchargement. La seconde mesure la vitesse effective (kbps) du téléchargement. Pour chaque mesure, nous avons calculé le max, min et des valeurs moyennes.

Tableau 1 - Minutage et taux pour le serveur HEF

Tableau 2 - Minutage et taux pour le serveur RSV

Statistic	UserA	UserB	UserC	UserD
Files	49	86	50	97
Total TT [ms]	6.45	10.66	6.37	11.79
Max TT [ms]	550.79	490.71	540.78	480.69
Min TT [ms]	100.14	100.14	100.14	100.14
Avg. TT [ms]	131.82	124.13	127.58	121.72
Max TR [kbps]	324.61	324.69	325.23	325.16
Min TR [kbps]	59.02	66.26	60.23	67.74
Avg. TR [kbps]	267.49	271.74	274.06	276.49

Statistic	UserA	UserB	UserC	UserD
Files	23	23	18	26
Total TT [ms]	2.72	3.94	2.52	3.13
Max TT [ms]	200.29	480.69	480.69	180.26
Min TT [ms]	100.16	110.16	110.16	100.14
Avg. TT [ms]	118.81	171.55	140.20	120.56
Max TR [kbps]	295.10	295.10	295.67	324.77
Min TR [kbps]	162.31	67.64	67.74	180.60
Avg. TR [kbps]	278.05	231.47	278.94	274.49

Les transferts de fichiers ont affiché un taux de réussite de 100% (tous les fichiers ont été transférés). En outre, les résultats ont démontré une certaine linéarité (valeurs moyennes et le temps de transfert total) lors de l'augmentation du nombre des dossiers, ce qui est représentatif d'un système stable.

## 4 Discussion

Dans le cadre de l'interopérabilité, il est important que le flux d'informations soit rapide et que le médecin traitant soit informé de l'état de ses patients dès qu'ils quittent l'hôpital. Un processus similaire peut alors être créé pour l'admission d'un patient, l'avis de sortie, et d'autres types de documents simples.

Traditionnellement, les médecins traitants ont l'habitude de demander aux hôpitaux d'établir les lettres de sortie et attendent jusqu'à ce qu'elles soient envoyées ou faxées. Dès réception, une lettre de sortie doit être stockée dans le dossier du patient correspondant. Ce processus a des coûts inhérents. Le temps écoulé entre la requête et la réception / stockage se chiffre en minutes. Notre prototype a réduit le temps de traitement à hauteur de la milliseconde, ce qui représente un gain important. Le temps consacré aux tâches administratives est ainsi réduit.

Les résultats confirment notre vision et prouvent que la solution est digne d'intérêt. Nous avons réussi à amener l'interopérabilité à des acteurs qui étaient jusqu'à présent isolés de la stratégie nationale de cybersanté et s'appuyaient sur des moyens de communication plutôt lents. L'expérience est positive et notre solution a montré qu'elle avait une vraie valeur ajoutée.



## 5 Bibliographie

- [1] Haux R, Health information systems – past, present, future, *Int J of Med Inf*, 75 (3–4), (2006) 268–281.
- [2] Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS, *To err is human: building a safer health system*, National Academy Press, (2000).
- [3] Walker J, Pan E, Johnston D, Adler-Milstein J, Bates DW, Middleton B, *The Value Of Health Care Information Exchange And Interoperability*, *Health Affairs-Millwood*, VA 24(1), (2005), 10-18.
- [4] Ruotsalainen P, Iivari AK, Doupi P, *Finland's strategy and implementation of citizens' access to health information*, *Stud Health Technol Inform*. 137 (2008) 379-85.
- [5] Confédération Suisse: *Stratégie nationale en matière de cybersanté (eHealth)*, December 2008.
- [6] Commission of the European Communities: *e-Health - making healthcare better for European citizens: An action plan for a European e-Health*. Com (2004) 356.
- [7] Spackman KA, Campbell KE, Cote RA, *SNOMED-RT: A Reference Terminology for Health Care*; *Proceedings of the 1997 AMIA Annual Fall Symposium*, (1997) 640-644.
- [8] Steinbrook, *Personally Controlled Online Health Data - The Next Big Thing in Medical Care?* *New England Journal of Medicine*, 358 (16), (2008) 1653-1655.
- [9] Lovis C, Spahni S, Cassoni N, Geissbuhler A, *Comprehensive management of the access to the electronic patient record: Towards trans-institutional networks*, *Int J of Med Inf*, 76 (5-6), (2007) 466-70.
- [10] Müller H, Schumacher M, Godel D, Omar AK, Mooser F, Ding S, *Medicoordination: A practical approach to interoperability in the Swiss health system*, *Proceedings of Medical Informatics Europe*, Sarajevo, September 2009

## 6 Adresse de correspondance

Prof. Dr. Michael Ignaz Schumacher  
Institut d'informatique de gestion  
HES-SO Valais  
TechnoArk 3  
3960 Sierre (Suisse)  
Tel. +41 27 606 90 36, Fax. +41 27 606 90 00

[michael.schumacher@hevs.ch](mailto:michael.schumacher@hevs.ch)