



Conception d'un réseau pour la communication d'images médicales

*Guy Passail**, *Vincent Ricordel***, *Alexander Kolesnikov****
et *William Puech***

* Centre Hospitalier Intercommunal de Fréjus - St Raphaël
83600 Fréjus
passail@univ-tln.fr

** Laboratoire Modélisation et Signal - MS/SSA
Université de Toulon et du Var
ISITV - Av. Georges Pompidou
83162 Toulon
ricordel@univ-tln.fr puech@univ-tln.fr

*** Institute of Automation and Electrometry
Pr. Ak. Koptyuga
630090 Novossibirsk, Russie
kolesnikov@iae.nsk.su

Résumé

Nous décrivons le réseau mis en place au CHI de Fréjus - St Raphaël pour la mise à disposition et la visualisation d'images médicales numériques issues de divers appareils de radiologie. L'aspect novateur réside dans l'adaptation de logiciels du domaine public à un parc d'ordinateurs PC basiques. Ce réseau unique en France permet, par une baisse sensible des coûts, d'envisager sa banalisation.

1. Introduction

Le standard DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) répond au besoin de communication des images numériques médicales. Mais les équipements nécessaires (matériels et logiciels) ont un coût prohibitif pour la plupart des centres hospitaliers et des cliniques.

C'est dans ce contexte de rigueur financière que l'installation d'un réseau conforme à la norme DICOM, a été décidée au Centre Hospitalier Intercommunal (CHI) de Fréjus - St Raphaël. Nous décrivons alors la conception de ce réseau pionnier n'intégrant que des logiciels du domaine public et des PC ordinaires.

2. Contexte

2.1. Le standard DICOM

Le standard DICOM pour la communication dans un environnement clinique, des images numériques médicales issues d'appareils des différents manufacturiers, s'imposait afin d'éviter les incompatibilités liées à la multiplication des formats propriétaires.

Dès 1983 l'ACR (American College of Radiology) avec le NEMA (National Electrical Manufacturers Association), vite rejoints par d'autres organisations internationales de normalisation, ont formé un comité commun visant à développer une norme. En 1985 la version 1.0 du standard DICOM, pour un environnement réseau point à point, a été publiée. L'extension de systèmes de communication et d'archivage des images (ou PACS : Picture Archiving and Systems Communication) est visée, ainsi que la création de bases de données relatives aux diagnostics et interrogeables à distance.

La version 3.0 actuelle du standard DICOM est parue en 1993 [6]. Elle propose notamment un protocole d'échange complet offrant une interface unique de communication pour des environnements réseaux standards tels que OSI (Open Systems Interconnect) ou TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol). Les règles de conformité au protocole DICOM ont été explicitement définies afin de structurer les niveaux de requêtes entre appareils, et d'identifier sans équivoque tout objet de l'information de l'imagerie médicale. Cette version 3.0 est aussi conçue de façon à intégrer les évolutions ultérieures de la norme.

La structure hiérarchique du format DICOM se retrouve en pratique, au sein d'une base de données identifiant séparément et dans l'ordre : le patient, les propriétés de l'examen, les séries de l'examen, les paramètres des images et enfin le chemin exact vers ces images. A chaque élément d'un tableau est associé un numéro d'identification unique, ainsi qu'un pointeur sur l'élément correspondant du tableau suivant. Le parcours de cette structure permet donc de reconstituer séquentiellement toute l'information relative à un examen.

Même si un certain nombre d'utilitaires de visualisation des images ou dédiés aux entêtes DICOM sont disponibles gratuitement, l'acquisition d'un réseau utilisant ce standard demeure inaccessible pour la plupart des centres hospitaliers du fait de son coût (plusieurs MFF).

2.2. Le service de radiologie du CHI

Le Centre Hospitalier Intercommunal de Fréjus - St Raphaël compte 350 lits actifs. Depuis 1995 le service de radiologie est entièrement équipé de sources d'images numériques, leur conformité au standard DICOM a été assurée début 1998 :

- un tomodensitomètre (TDM ou scanner) produisant quotidiennement pour le CHI environ 480 images numériques de taille 512x512 et de profondeur 12 bits, soit 250 Mo/jour (sachant que le TDM n'est utilisé que pour moitié pour le CHI) ;
- une table de fluorographie générant des images de taille 1024x1024 et de profondeur 8 bits. Environ 70 images sont générées par jour, représentant 70 Mo/jour ;
- un système à écran radioluminescent (ERLM), la taille des images est 1760x2370 et leur profondeur égale 10 bits. Sont produites en moyenne 215 images/jour soit 1.8 Go/jour.

A l'origine les images numériques générées par un appareil de radiologie, demeuraient statiques sur le disque dur du calculateur propre à cette source. La mise à disposition des images s'effectuait sur supports argentiques (opération mobilisant un budget de 700 kFF/an). En 1998 le CHI s'est engagé dans un processus de communication des images numériques afin de pouvoir les visualiser à partir de n'importe quelle console, du service de radiologie dans un premier temps, de tout le CHI ensuite. Les deux phases de ce travail viennent de s'achever.

Au-delà d'une consultation simple des images issues des diverses sources, ce système offre des modalités efficaces de recherche dans la base de données (par exemple à partir du numéro d'identification permanent du patient, ou d'une date d'examen). Ce réseau offre aussi toutes les garanties de confidentialité nécessaires, avec l'identification de l'utilisateur par mot de passe crypté.

3. Description du réseau

3.1. Aspect général

La figure 1 donne une description synoptique du réseau mis en place. L'idée de base est de pousser, pour les stocker, les images issues de chaque appareil de radiologie vers un serveur DICOM propre [5]. Le client peut cependant accéder directement à l'ensemble des ressources image des bases de données. Cette architecture Client / Serveur complexe, car les serveurs sont distribués, a l'avantage de ne pas exiger la mise en œuvre d'un super calculateur mais celle d'un ensemble de PC basiques reliés à un réseau local TCP/IP.

Dans l'optique de réduire encore les coûts, un autre souci a été d'installer et d'adapter uniquement des logiciels appartenant au domaine public (licence GPL, General Public Licence) [4] ou gratuits pour les établissements ayant des activités à but non lucratif.

3.2. Composantes

L'architecture matérielle typique du PC mis en œuvre est constituée d'un processeur Pentium MMX 233 Mhz, d'un ou deux disques de 6.5 Go, de 64 Mo de SDRAM et d'une carte réseau (fast Ethernet, 100 Mbits/s).

La figure 1 fait apparaître trois types de serveurs. Tous fonctionnent avec le système d'exploitation LINUX (version RedHat 5.0, noyau 2.0.33). Ils se distinguent alors par leur application.

Le serveur WWW, fonctionnant avec le logiciel APACHE 1.2, assure l'interrogation de la base de données et la mise à disposition en intranet des images médicales. Des scripts PHP/FI, générateurs de pages HTML dynamiques, permettent la consultation des images préalablement converties au format JPEG. Si le débit du réseau l'autorise il est également possible de rapatrier les images directement au format DICOM (c'est le cas dans le service de radiologie).

Le serveur DICOM, porte le logiciel serveur d'images DICOM : CTN (Central Test Node du Malinckrodt Institute of Radiology) [3, 1, 2] qui assure le stockage des images et s'appuie sur une base de données SQL (Structured Query Language) : mSQL. Un script PHP/FI gère automatiquement l'utilisation du disque en effaçant les données les plus anciennes s'il est plein. Le CTN de base fonctionnait avec le système d'exploitation UNIX, il a du être adapté par nos soins pour un usage sous LINUX avec mise en œuvre de la bibliothèque graphique LESSTIF au lieu de MOTIF. Sur chaque serveur DICOM le logiciel APACHE est installé de façon à rapatrier, à la requête d'un client, les images sous forme comprimées. La compression du format DICOM à celui JPEG en mode sans perte est donc effectuée sur la machine cible (à titre d'exemple, pour une image scanner un taux de compression de 1:15 est typiquement obtenu). Le système de sauvegarde RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks) n'a pas été installé en raison de son coût (du aux cartes et disques supplémentaires), cet aspect n'est pas prioritaire car les données sont conservées à la source sur des bandes.

Le serveur d'archives, assurant un stockage des données sur des bandes DLT (Digital Linear Tape) de 35 Go chacune, sera prochainement en fonction. Ces opérations de stockage seront pilotées automatiquement à l'aide de scripts PHP/FI. Avec l'ajout de ce dernier serveur, le réseau du CHI sera complet pour un fonctionnement sans film.

La figure 2 donne un exemple de navigation au sein du réseau. Chacune des étapes, de l'identification de l'utilisateur à la visualisation d'une image particulière d'un examen, sont illustrées.

4. Perspectives

La mise en place du réseau pour la communication et la visualisation des images numériques a été effectuée au niveau du service de radiologie, et son extension en intranet à tout le CHI est achevée. L'évaluation pour une montée en charge du système doit à présent être validée, ainsi que la prise en main par les médecins de l'outil de consultation (le navigateur Netscape 4.5).

Cependant cette première structure opérationnelle fait déjà du CHI un centre pilote unique en France. L'ajout du serveur d'archives permettrait même un fonctionnement sans film, et rendrait nul le risque de pertes de clichés. De plus les économies ainsi faites garantirait la rentabilité des investissements engagés, particulièrement modestes en l'occurrence.

5. Conclusion

Le projet de réaliser un réseau économique conforme au standard DICOM a été mené à bien. La difficulté consistait dans l'organisation de cette architecture distribuée et l'appareillement de logiciels GPL. L'installation du serveur d'archivages des images numériques médicales parachèvera le système.

Ce réseau est en fonction au CHI de Fréjus - St Raphaël. Les responsables des autres centres hospitaliers et cliniques peuvent ainsi venir le visiter, et s'en inspirer pour la mise à niveau de leurs propres installations.

Remerciements

Nos remerciements vont au Conseil Général du Var pour l'intérêt marqué vis à vis de ce travail et l'aide apportée.

Références bibliographiques

[1] R.D. Cox, C.J. Henri, R.K. Rubin et P.M. Bret (1998), Dicom-compliant pacs with cd-based image archival, *Actes de SPIE Medical Imaging*, 3339, San Diego, CA

[2] R.D. Cox, C.J. Henri et P.M. Bret (1997), CD-Based Image Archival and Management on a Hybrid Radiology Intranet, *The Canadian Journal of Medical Radiation and Technology*, 28, 3, 135-138

[3] C.J. Henri, R.D. Cox et P.M. Bret (1997), Implementation of a mini picture archiving and communication system in ultrasonography : Experience after one year of use. *Journal of Digital Imaging*, 10, 3, 80-82

[4] C.J. Henri, R.K. Rubin, R.D. Cox et P.M. Bret (1997), Design and Implementation of WWW-Based Tools For Image Management in CT, MRI and Ultrasound. *The Canadian Journal of Medical Radiation and Technology*, 28, 3, 135-138

[5] S.M. Moore, S.A. Hoffman et D.E. Beecher (1994), Dicom shareware : A public implementation of the dicom standart, *Actes de SPIE Medical Imaging (PACS)*, 2165, 772-781

[6] NEMA Standards Publication (1993), Digital imaging and communications in medicine (DICOM)

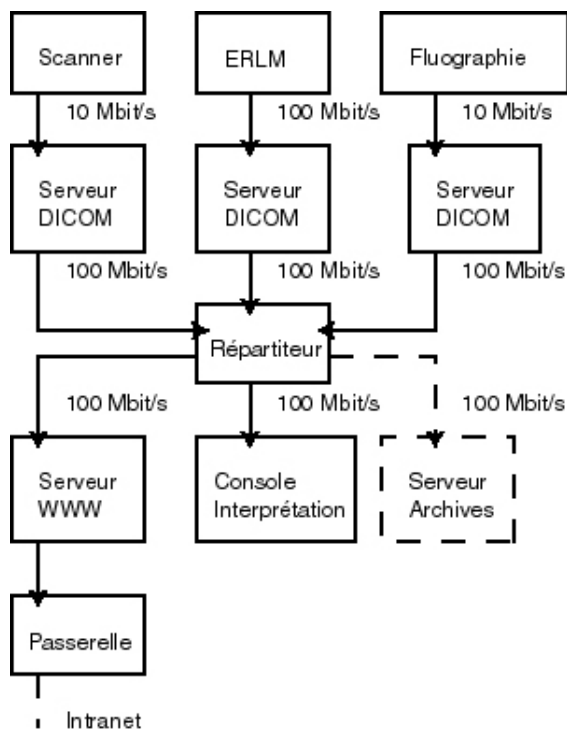


Figure 1. - Description synoptique du réseau.

Figure 2. (aux 2 pages suivantes) : Exemple d'une procédure de navigation au sein du réseau. Les étapes sont présentées dans leur ordre d'enchaînement logique :

- a** Identification de l'utilisateur
- b** Choix du serveur
- c** Choix du patient et de l'examen
- d** Visualisation de l'examen
- e** Visualisation d'une image de l'examen
- f** Lecture de l'entête de l'image

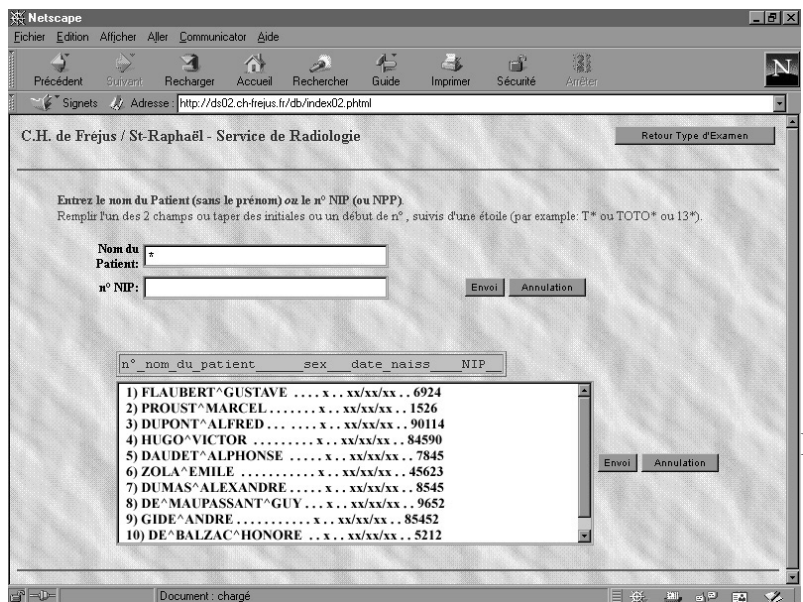
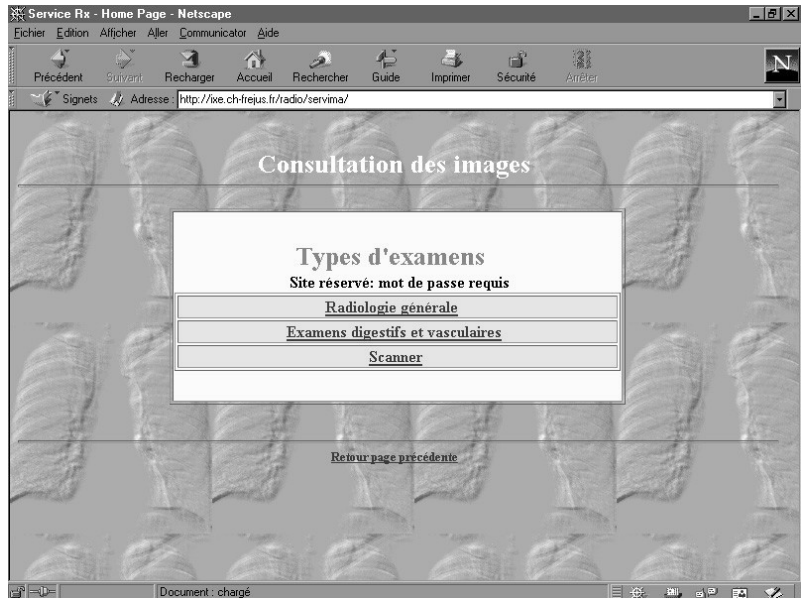
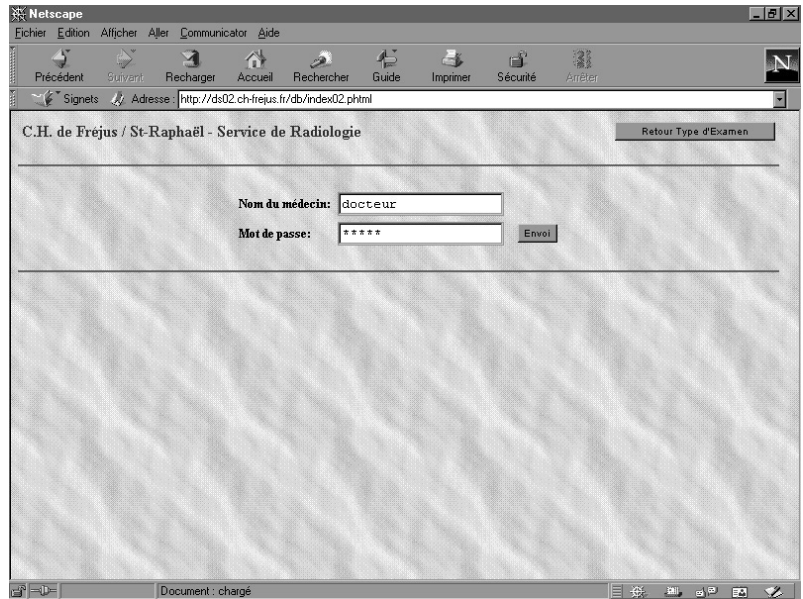
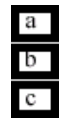


Figure 2.



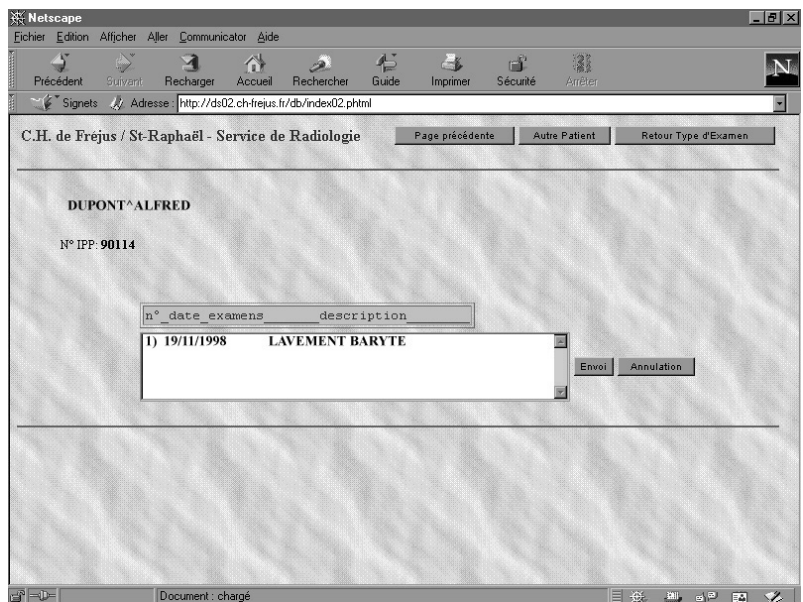
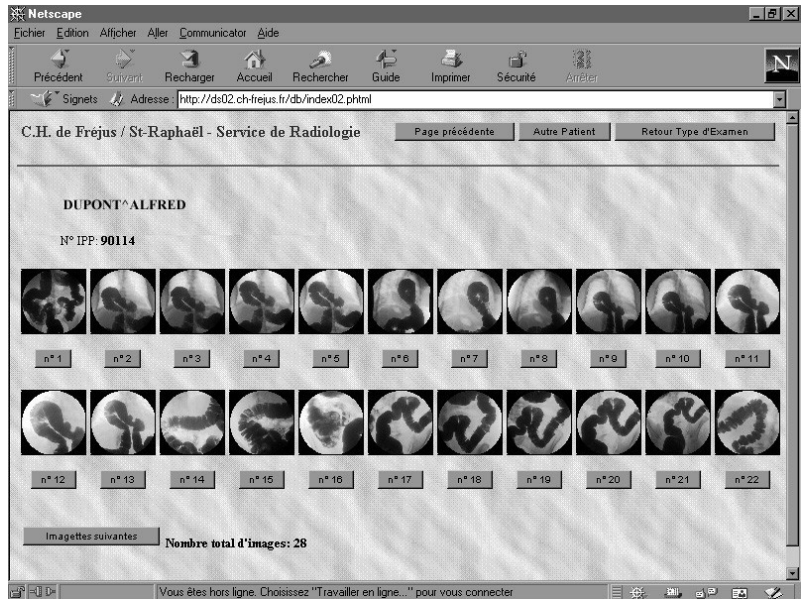


Figure 2.

