

PACS

Le Pacs ne serait plus un problème s'il n'y avait pas toutes ces images !

A Le Hen (1) et J-E Lefevre (2)

Bien que le domaine ne soit pas clairement délimité, l'année 2003 serait la première année où les investissements dans le domaine du Pacs dépasseraient le milliard de dollars avec une progression annuelle de l'ordre de 11 %. Après avoir longtemps été un domaine se suffisant à lui-même, le monde du Pacs doit faire face à une demande accrue de productivité dans un environnement plus complexe et distribué. Il est nécessaire d'avoir une approche globale de l'image dans l'hôpital et surtout de l'intégrer dans le dossier patient. C'est pourquoi on observe une segmentation du marché en deux approches : les gros systèmes d'informations éventuellement disponibles en versions plus limitées qui intègrent le Pacs et les petits systèmes de gestion d'images qui peuvent éventuellement se développer pour devenir des Pacs.

Le marché nord-américain relève plutôt de la première approche. Le Pacs n'est présenté que comme un des composants, au même titre que les systèmes de gestion des résultats de laboratoire. Le marché français, plus frileux ou disposant de moins de ressources financières, est plus sensible à des solutions modulaires. C'est ainsi que la France est un des marchés de prédilection des robots graveurs de CD. Il y aurait cependant plus d'une centaine de projets de Pacs plus ou moins importants qui devraient aboutir en 2004 en France.

Plus personne n'ose remettre en question les Pacs. Les dernières études publiées visant à en justifier l'implantation insistent sur l'intérêt de son intégration dans le flux de travail. Les différentes études économiques menées dans différents pays montrent en général un retour sur investissement de l'ordre de 4 ans alors que les contraintes et les modèles économiques sont différents. La production des comptes-rendus par dictée vocale et/ou par l'utilisation des comptes-rendus structurés définis dans Dicom, s'avère l'élément

le plus contributif à l'amélioration de la qualité et de la productivité du service de radiologie. Cependant, il est aussi montré que ces progrès se payent par une plus grande sollicitation des radiologues.

Mais la principale justification mise en avant aujourd'hui, c'est l'avalanche du nombre d'images que produisent le scanner multi barrettes, l'IRM fonctionnelle ou l'échographie dynamique. Personne ne sait manipuler des milliers d'images sous forme analogique. D'ailleurs, ce n'est pas simple non plus sous forme numérique : ouvrir un répertoire contenant 1 000 images fait apparaître une liste de 50 pages et demande une minute ! La navigation dans de telles piles d'images ne peut se faire uniquement en mode séquentiel. L'utilisation d'un logiciel de reformatage pour visualiser des coupes sagittales, transversales ou obliques ainsi que des reconstructions tridimensionnelles devient indispensable. Il est d'ailleurs intéressant de constater que dans l'analyse du comportement du radiologue utilisant ces outils, une tendance à recourir aux coupes frontales est observée.

Les architectures

La règle est de proposer un Pacs qui s'intègre ou qui est capable de s'intégrer dans le système d'information de l'hôpital (SIH) ou au moins le système d'information de radiologie (SIR). La première possibilité est d'utiliser une passerelle appelée broker qui permet de passer les données à partager d'un système à l'autre. Une solution plus efficace mais plus contraignante puisqu'il faut choisir le même fournisseur pour les différents éléments du système d'information, est d'utiliser les composants « brokerless » qui partagent les données de la même façon que les suites bureautiques. Enfin, une technique plus souple est l'utilisation de boutons programmés (API application programmer interface) implantés dans le programme utilisé qui permettent de lancer un autre programme. Ce dernier s'exécute alors en utilisant les données pertinentes qui lui

ont été transmises. Un simple programme de visualisation peut, par exemple, appeler un logiciel de traitement plus complet pour l'appliquer sur les images qu'il présente.

Les règles de sécurité et de confidentialité sont clairement définies par l'HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability). Il faut être capable d'assurer la confidentialité, l'authenticité et l'intégrité des données des patients. La spécialisation et la sécurisation du réseau (VPN pour virtual Private Network), les techniques de cryptage, d'authentification, de traçage sont donc d'actualité. Le comité HL7 propose l'initiative CCOW, mécanisme unique d'identification de l'utilisateur valide sur les divers éléments du système d'information de l'hôpital.

Le réseau physique

Les Pacs sont de plus en plus tributaires des performances des réseaux physiques : tous les mécanismes employés naguère tels que les préchargements (prefetching) ou l'utilisation de mémoire de stockage sur les consoles de visualisation pour limiter la saturation du réseau physique sont abandonnés car les progrès réalisés dans les réseaux permettent de s'en passer. Il est donc recommandé aujourd'hui des débits de 1 Gbits/s pour le service producteur d'images, et 100 Mbits/s pour la distribution vers les services cliniques.

La connexion aux sources

Le raccordement aux sources d'images n'est plus un problème technique, Dicom y a largement contribué. La généralisation de la diffusion de la liste de travail (« worklist ») permet de limiter les erreurs d'identifications préjudiciables à la bonne gestion des archives. Il reste encore à éviter les confusions de patients liées à un choix erroné dans la liste, erreur qui surviendrait dans 0,1 % des cas !

(1) Hôpital Saint Antoine — Paris. (2) Groupe Hospitalier Cochin — Saint Vincent de Paul — La Roche Guyon — Paris.

Serveurs

Les fournisseurs semblent partagés sur le choix de solution technique pour les serveurs : certains préfèrent fournir les serveurs Unix et les stockages d'image à accès rapide, pour des raisons d'efficacité et de responsabilité sur les performances, tandis que d'autres basculent dans le monde Microsoft en laissant en général une plus grande latitude au client quant au choix de la marque de matériel. Dans le premier cas, SUN est la marque la plus couramment citée, accompagnée d'une base de données Oracle ou Sybase qui gère les images. Dans le deuxième cas, on trouve une solution PC associée à Windows avec Microsoft SQL Server pour gérer uniquement les adresses images. On voit aussi des tentatives d'utilisation de logiciels « Open sources » présentées comme un moyen d'assurer la pérennité de la solution quel que soit le destin de son créateur, puisqu'il devient possible comme l'indique la dénomination de ce type de programme, à n'importe qui de compléter le logiciel à partir des sources disponibles pour un coût relativement faible.

Mémoire de stockage

Si auparavant il y avait clairement une distinction entre le stockage (accès direct et rapide à la production récente) et l'archivage (accès plus lent à l'ensemble des images produites), la diminution du coût des disques durs et l'augmentation des débits de réseau tendent à simplifier les configurations et les logiciels de distribution.

Le stockage nécessite des supports très rapides pour emmagasiner les images entrantes et alimenter les consoles de diagnostic très gourmandes : on utilise alors des unités de disques rapides sécurisés. Cette sécurité repose sur les techniques de redondance des données enregistrées RAID 0 ou RAID 5. En cas de défaillance d'un disque dur, ces techniques permettent de reconstituer les données qu'il contenait. Ces unités de disques sont connectées par des liaisons rapides au serveur, soit en attachement direct (DAS Direct Attachment Storage), c'est-à-dire géré directement par le serveur, soit avec une architecture en réseau d'emplacement de stockage (SAN ou stockage area network). Le SAN est un système qui re-

groupe des disques durs sur un réseau spécialisé de fibre optique très rapide et modulaire (appelé fiberchannel), et vu par le serveur comme un unique périphérique. Il est plus facilement massivement extensible que le DAS en fonction des besoins. Les NAS (Network Area Storage), sont aussi utilisés pour le stockage chez certains fournisseurs. Il s'agit de baies de disques que l'on intègre dans le réseau général et à qui le serveur peut envoyer des données à stocker. Les NAS sont moins coûteux et faciles à mettre en place car ils utilisent le réseau standard existant et peuvent même être partagés par plusieurs applications informatiques. L'inconvénient est une vitesse de transfert de données au moins deux fois moins rapide que dans l'architecture SAN.

Mémoire d'archivage

Pour l'archivage, trois technologies sont essentiellement en compétition, sous forme de bibliothèques :

- la bande (DLT, SDLT, LTO, SAIT, AIT3...) est encore une solution intéressante qui continue d'évoluer avec des débits de 10 à 60 Mo/s et une bonne durée de conservation,
- le DVD est une alternative dont la pérennité est un peu moins connue, d'un débit plus lent (7 à 8 Mo/s) mais d'un accès plus rapide que la bande (30 s en moyenne).
- les NAS déjà évoqués plus haut sont de plus en plus cités car ils sont plus rapides en accès et en débit que la bande ou le DVD et peuvent être déclinés en version bon marché (< 20 \$ le Go) pour un archivage de masse, mais la pérennité des données est plus incertaine. On voit apparaître une offre dite CAS (*Content Attached Storage*, stockage de contenus fixes) qui transforme un disque dur en système de stockage non réinscriptible ni modifiable avec une identification unique et universelle pour chaque fichier archivé.

Étant donné que les solutions d'archivage évoluent vite en coût et en capacité, la bonne politique est d'acquiescer chaque année le strict nécessaire pour archiver une année de production.

Au delà de la conservation en ligne de l'ensemble de la production, il est demandé de pouvoir reconstruire rapidement un Pacs qui aurait subi une avarie importante. On parle alors de « Disaster Recovery System », systèmes qui n'utilisent

pas en général Dicom et conservent les données et les transactions en cours. Ces systèmes installés à distance permettent de reprendre l'exploitation du PACS dans l'état où il se trouvait avant sa défaillance.

Signalons aussi l'émergence d'un marché de service de stockage : il est proposé d'externaliser les données de l'hôpital et de laisser à un prestataire le soin de gérer au mieux les archives. Cette offre, destinée aux pays où l'exigence de conservation des images est forte, et où l'externalisation est autorisée, revient de 6 à 8 € par étude. La gestion des archives n'est pas forcément simple : le marché américain vit actuellement les renouvellements des premiers ou des second Pacs et la récupération des archives d'une génération de Pacs à l'autre s'avère plus complexe que prévu. Il faut prévoir des systèmes de migration et un taux de transfert de 300 Go par semaine est considéré aujourd'hui comme une performance.

Média de communication

Le France est un des marchés les plus actifs dans les solutions de gravage de CD ROM, Il ne s'agit pas du « Pacs du pauvre » puisqu'il ne saurait réaliser les fonctions traditionnelles du Pacs. Son principal avantage est de faire des économies substantielles de films radiologiques, à condition que les correspondants se plient à la contrainte de devoir utiliser un ordinateur pour voir les images transmises. Cela permet aussi une sensibilisation des correspondants à l'utilisation d'images numériques, ce qui les prépare au réseau d'images. Le CD devient cependant trop petit, et des solutions de gravage de DVD commencent à être proposées.

En général les images sont accompagnées de logiciel de visualisation appelé *viewer*.

Visualisation

Les stations de diagnostic sont, chez la plupart des fournisseurs, basées sur des PC/Windows avec quelques exceptions fonctionnant sur Linux. Rares sont les fournisseurs qui ne donnent pas le choix de la marque du PC : certains donnent une liste de marques et modèles validés, d'autres se contentent de donner des spécifications. Les consoles comportent 2 à

3 écrans plats dont au moins un couleur pour les images reconstruites (MIP Maximum Intensity Projection, VR Volume rendering). Le 3^e écran quand il existe est souvent destiné à l'affichage des informations administratives Worklist/SIR/SIH. Les écrans cathodiques tendent à disparaître, le seul argument restant à ces volumineux périphériques est leur moindre sensibilité au vol.

Les écrans ont une définition de 2 à 5 Mpixels noir et blanc ou couleur avec une diagonale d'écran dépassant les 20 pouces (50 cm), jusqu'à 9 Mpixels couleur (pour les consoles devant visualiser des images de type mammographie.) Toutefois, un contrôle de qualité régulier des moniteurs est à réaliser, certains fournisseurs d'écrans ont d'ailleurs prévu un contrôle automatique par réseau.

Le reformatage des piles d'images devient un traitement de base. Cette fonction permet de reconstruire, à partir de la pile d'images d'origine, des coupes dans d'autres plans (par exemple des coupes sagittales ou coronales à partir d'images axiales).

Certains fournisseurs ont fait le choix de développer l'ensemble des fonctions plus avancées (MIP, 3D/VR, endoscopie virtuelle ou encore logiciel d'analyses cardiovasculaires). D'autres préfèrent faire appel aux savoir-faire spécifiques développés par des sociétés spécialisées par intégration des API correspondantes dans leur logiciel. Les consoles disposant de traitements avancés sont en général destinées aux services de radiologie, toutefois des consoles spécialisées commencent à être proposées pour les chirurgiens orthopédiques. Elle permettent de prévoir le type et la taille des prothèses en disposant de bibliothèques de calques. En règle générale, les stations de diagnostic avec des fonctionnalités avancées fonctionnent en mode client/serveur, les stations plus simples sont basées sur la technique Web.

Diffusion des images

La diffusion vers les cliniciens est devenue sans exception l'affaire de la technologie Web par différents moyens selon les fournisseurs. Cela évite un déploiement coûteux de logiciel sur les postes de lecture. L'interface se fait souvent à travers un navigateur Internet et l'appel de fonctions par applets Java (petits éléments de programme écrits en langage Java qui sont

envoyés par le serveur et exécutés par n'importe quel type d'ordinateur) qui ne permettent pas toujours des fonctionnalités très évoluées. D'autres solutions fonctionnent avec un ActiveX (petit programme qui utilise les ressources de Windows contrairement aux applets java plus universelles). La technologie .NET de Microsoft (qui consiste à faire exécuter par le serveur un programme et fournir le résultat très rapidement par le Web à un poste qui n'a pas besoin de grande capacité de calcul) permet des fonctionnalités très avancées et est également éprouvée, mais requiert un environnement spécifique Microsoft.

Certains fournisseurs envisagent de proposer un serveur d'applications pour donner accès à des fonctions très avancées sur des postes banalisés sans multiplier les licences ni le déploiement de ces applications. Il est en effet de plus en plus clair que la manipulation de grands volumes d'images mobilise des outils applicatifs plus sophistiqués, y compris pour les correspondants.

Il reste cependant un bon nombre de logiciels de visualisation gratuits ou peu chers qui utilisent Dicom et qui peuvent donc aller chercher des images sur un serveur offrant le service Dicom correspondant. On peut trouver ces « viewers » relativement facilement par internet. Il en existe au moins dix qui fonctionnent sous Macintosh et au moins une cinquantaine sous Windows.

Le standard JPEG 2000 a consacré la compression par ondelettes. La décomposition en ondelettes consiste à considérer qu'une image peut être représentée par une série d'images de résolutions croissantes déduites les unes des autres par l'enregistrement de leurs différences. L'enregistrement de ces différences a la même taille que l'image originelle. La compression des images se limite à négliger les différences minimales entre deux résolutions.

La compression permet de réels gains de place en archivage et en bande passante de réseau. Les taux de compression sont de 2 à 4 sans perte, 8 à 12 avec pertes en qualité suffisante pour réaliser un diagnostic, et 50 à 80 avec pertes, mais ces derniers permettent très souvent une réelle qualité documentaire voire rendent possible le diagnostic.

Ces taux de compression permettent l'utilisation de Tablet PC (PC ultra portable avec ou sans clavier, et écran tactile) par

transmission Ethernet hertzienne (normes 802.11a ou -b ou -g, bientôt -i) offrant des débits de 10 à 54 Mo/s théoriques, malheureusement très dépendants de la configuration des lieux. Dans ce cas, la sécurité du réseau est également un élément majeur à considérer pour la sécurité et la confidentialité. Quelques expériences sont tentées avec des assistants personnels numériques (PDA Palm ou Pocket PC) beaucoup plus transportables que des tablettes avec une résolution toutefois limitée (320 x 240 ou 480 x 320). L'usage est souvent éducatif, mais même avec un champ de vue réduit, le diagnostic serait envisageable.

Beaucoup de travaux sont menés pour améliorer le diagnostic sur console. Il est à peu près acquis que le travail sur console n'est pas plus fatigant que le travail au négatoscope à conditions de respecter quelques règles d'ergonomie : par exemple la règle des 3 X 20 : il faut se placer à 20 pouces de l'écran (50 cm), ne pas regarder une image plus de 20 secondes et faire une pause toutes les 20 minutes. Il est recommandé que la table et l'écran soit à hauteur variable et que la lumière d'ambiance ne génère pas de leurs parasites. Mais il reste beaucoup de travail à faire pour proposer de nouvelles interfaces homme-machines plus efficaces pour manipuler des grosses quantités d'images.

Téléradiologie

La téléradiologie continue son essor aux États Unis puisque 74 % des radiologues en 2002 la pratiquait, en particulier dans le secteur privé. Elle est plutôt utilisée de nuit, lorsque des cas urgents demandent une expertise non disponible sur le site d'accueil du patient. La part concernant la transmission des radiographies conventionnelles diminue au profit de la radiologie numérique, du scanner et de l'échographie. Plus de la moitié des transmissions conduisent au diagnostic définitif.

En France, la situation reste différente, les distances sont moins importantes et il n'y a pas d'incitation pour un développement. Les principales réalisations actuelles sont issues d'initiatives régionales ou d'opérateurs de télécommunication (France Telecom et Cegetel) mais sont plus tournées vers le réseau de soins, et non pas spécialisées dans l'image.

Les standards

L'initiative IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) qui s'appuie actuellement sur les deux standards Dicom et HL7 s'impose de plus en plus comme l'outil majeur de contrôle de la bonne coopération entre le Pacs et le reste du système d'information hospitalier. Il s'agit de 12 profils (par exemple la gestion de l'identité du patient) qui définissent des acteurs et les rôles qu'ils doivent jouer, (par exemple le producteur d'image, le stockeur d'images ou le gestionnaire d'identité) ainsi que les transactions leur permettant de fonctionner ensemble de façon satisfaisante. Des « connectathons » (ou marathons de connectivité) permettent de tester que les industriels ont correctement implanté dans leurs produits ces profils et que ces produits sont capables d'interopérer sans problème. Les résultats de ces connectathons sont publiés dans une grille présentant les industriels et leurs produits avec les profils et acteurs qui ont réussi les tests. Les industriels publient ensuite un document « Integration Statement » mentionnant les profils et acteurs implantés dans leurs produits.

Dicom fête en décembre un double anniversaire : il y a vingt ans, le comité ACR-NEMA était mis en place à l'initiative commune de l'American College of Radiology et de la National Electric Manufacturer Association en vue de développer un standard pour l'imagerie médicale numérique, l'ACR-NEMA 1.0. Dix ans plus tard la troisième version de ce standard, devenu international, prenait le nom de DICOM (Digital Imaging and COmmunication in Medicine). Fidèle à ses principes fondateurs, Dicom évolue : cette année ont été introduit de nouveaux objets IRM ; les « Enhanced MR IODs » qui prennent en compte des paramètres d'acquisition qui n'existaient pas lors de la première définition de l'objet IRM comme la spectroscopie et l'IRM fonctionnelle. La méthode de compression JPEG 2000 qui utilise les ondelettes est officiellement incluse dans Dicom ainsi que les différents types de DVD. Beaucoup de travaux sur le compte-rendu structuré ont abouti. Enfin le document de conformité a été revu pour devenir plus facile à lire.

Les « Enhanced IODs » (qui existent actuellement pour la capture secondaire, les ultrasons et l'IRM) sont des objets « multi

frame » c'est à dire capables de contenir des « paquets » de plus de 1000 images. De nouveaux objets scanner et multidimensionnels (3D et plus) sont annoncés pour un avenir proche. Un outil permettant de faciliter la configuration des « systèmes » Dicom dans un établissement est aussi présenté. Il est basé sur la transmission automatique de profil à partir d'un serveur. Un tel outil permet, entre autres, de faciliter la télémaintenance : via un serveur d'annuaires (LDAP) on peut configurer un nouveau système ou prendre en compte des systèmes mobiles en utilisant les techniques d'adressage dynamiques (DHCP, DNS et NTP). WADO (Web Access to Dicom persistant Object) est une initiative conjointe de l'ISO (International Standard Organisation) et du comité Dicom pour permettre de fournir à un serveur web une adresse qui fournira soit une image JPEG directement visible sur un navigateur, soit une image Dicom encapsulée qui pourra être vue au moyen de divers outils téléchargeables. Le concept n'est pas nouveau puisque comme nous l'avons vu, il est largement utilisé. Par contre, la normalisation renforcera l'interopérabilité qui n'est actuellement pas garantie.

Devenu incontournable au niveau international, le standard HL7 qui normalise le SIH est cependant encore peu employé en France. Un standard spécifiquement français comme Hprim a décidé d'adhérer complètement aux nouvelles versions d'HL7 qui supportent XML. Le standard Edifact qui jusqu'à présent était utilisé pour les transmissions de données dans les systèmes d'information hospitalier de certains établissements français, laisse progressivement la place à HL7. Il faut noter qu'il y a maintenant une étroite collaboration entre le CEN/TC 251 en charge des standards européens en informatique de santé et HL7. En France, l'AFNOR est devenue membre du consortium HL7. Au niveau international, des liens étroits se tissent entre HL7 et l'ISO/TC 215 (qui a au niveau international la même mission que le CEN au niveau européen).

Offre industrielle

L'exposition technique du congrès de la RSNA rassemblait 102 sociétés qui revendiquaient la commercialisation de Pacs. Il serait donc vain de vouloir tous les pré-

senter ici. Nous avons choisi de présenter les plus importants et/ou ceux qui ont une activité en France. Mais même pour ces derniers, l'exhaustivité est loin d'être atteinte : le domaine est toujours prometteur et attire donc de nouveaux acteurs.

Agfa Gevaert

Pour aborder l'ensemble du marché, Agfa décline sa gamme IMPAX (maintenant dans sa version 5.0) avec trois choix techniques :

- Les DS 3000 ou CS 5000 sont des consoles qui permettent de gérer une à trois sources d'images.
- Basix est un ensemble permettant de gérer jusqu'à 16 sources. Le serveur fonctionne sous windows et utilise une base SQL. On peut y intégrer une archive (actuellement DLT ou DVD).
- Enterprise a vocation à gérer les grosses unités. Son architecture basée sur des Serveur Sun – Unix comprend un gestionnaire de base de données Oracle et un ou plusieurs gestionnaires de flux d'images (workflow manger).

Pour Basix et Enterprise, les consoles sont communes. Elles fonctionnent sur une base PC sous windows et se déclinent en 4 variantes :

- la DS 3000 consacrée au diagnostic comprenant les fonctions de base dont le MIP et le MPR ;
- la XA 3000 orientée vasculaire car elle intègre des fonctions cardiaques et vasculaires ;
- l'OT 3000 destinée à la chirurgie orthopédique car elle permet, avec une bibliothèque de 14 000 calques fournie par la société Heltec, de préparer l'implantation de prothèses ;
- la CS 5000 aux fonctions plus limitées destinée aux cliniciens.

Parallèlement, il est proposé un serveur Web indépendant qui gère sa base de donnée et distribue des images compressées. Agfa Gevaert complète son offre au niveau mondial en proposant un RIS et une solution de gestion d'images externe. En France, le RIS proposé est plutôt Quadrat, plus adapté aux spécificités de notre pays.

Algotec

Kodak a annoncé officiellement le rachat d'Algotec pour 42,5 millions de dollars. Nous décrivons donc l'offre d'Algotec sous la rubrique Kodak.

Certis

Société française basée en Bretagne, la société Certis a développé une solution complète de PACS compatible DICOM/HL7, et a installé à ce jour en France 10 hôpitaux publics, 16 sites privés et 15 cabinets de radiologie.

Le serveur d'acquisition DICOM tourne dans un environnement Windows NT/2000 avec Oracle, SQL Server voire Access pour les petits sites. Les modes de stockage et d'archivage sont modulables et évolutifs (DAS, NAS, DVD, bandes) selon les performances demandées et le budget disponible.

Les consoles diagnostic multi écrans sur PC offrent toutes les fonctions 2D/3D (MIPS, MPR, VR) ainsi qu'une fonction d'endoscopie virtuelle, par modules. Un module échographie est également commercialisé avec les fonctionnalités images fixes, séquences animées avec synchronisation, échographie de stress cardiaque....

Un serveur Web, disponible indépendamment, présente au clinicien les images de l'examen sous forme de vignette et compresse à la volée depuis le serveur DICOM l'examen ou les images demandées avec la qualité DICOM/JPEG souhaitée.

Electromed

Electomed s'est associé à Comview et Imphact pour créer la société Evolved Digital Systems. Le savoir faire de ces trois sociétés réunies permet au nouveau groupe de proposer un système d'information complet. L'originalité de l'offre est de pouvoir éventuellement proposer une architecture partagée par plusieurs sites distants (établissement multi sites ou regroupement économique) par l'intermédiaire d'un réseau. Toutes les fonctionnalités indispensables et coûteuses d'un serveur (serveur DICOM, serveur Web, stockage, archivage, sécurité et protection...) sont ainsi accessibles depuis les sites via un réseau WAN (Wide Area Network, réseau desservant un large territoire) à un coût partagé. Une facturation à l'activité sans investissement préalable peut même être envisagée. Les données sont présentes sur le serveur DICOM et le serveur Web, ce qui permet une sécurité croisée supplémentaire. Les échanges sur le WAN sont bien sûr cryptés.

Le serveur repose sur une informatique SUN ou HP sous Unix, des NAS rapides ou plus récemment des DAS en RAID 5

pour le stockage, et des bibliothèques DLT pour l'archivage. La circulation des images vers les consoles se fait par la technique de streaming, : la qualité de l'image s'affine en fonction du temps d'attente.

Pour la cardiologie vasculaire, Electromed dispose d'un serveur spécifique sous Linux, stockage en DAS Raid 5, archivage sur DVD, et de la station VRS (View Review Station).

Etiam

Depuis longtemps actif et présent dans le domaine, Etiam est une société qui propose des « briques » Dicom intégrées par d'autres fournisseurs dans leur produits ou directement disponibles pour l'utilisateur. Il s'agit de logiciels parmi lesquels nous citerons :

- Dicom Izer qui permet de récupérer tout type d'images pour les convertir au format Dicom,
- Dicom toaster qui permet de graver des images sur CD ROM,
- Dicom Duo qui est un ensemble se connectant directement sur le réseau qui gère et réalise le gravage des images sur CD et DVD,
- Dicom Eye, boîte à outils Dicom qui permet de se connecter à n'importe quel élément Dicom pour, entre autres, tester ces véritables capacités,
- Dicom Star qui offre un espace de stockage (en collaboration avec Sony),
- Dicom Valet qui est un outil de distribution automatique des images Dicom à partir de script définis par l'utilisateur,
- Dicom PRI est une passerelle traduisant les commandes d'impression DICOM pour tout type d'imprimante bureautique Windows. Le logiciel peut servir plusieurs imprimantes selon la demande (A3, Couleur...),
- Dicom WillBe permet de réaliser une interface-passerelle pour la diffusion de liste de travail (Worklist) avec tout système d'information existant,
- Dicom Attaché qui est un outil de création, d'enrichissement et de distribution des dossiers d'enseignement compatible avec les grands programmes d'enseignement tels que MIRC et Eurorad,
- Dicom mediem qui est une messagerie médicale permettant de traiter de nombreuses formes d'informations (version « classic ») avec un outil de préparation de réunion de présentation de dossier avec possibilité de téléconférence (version « staff ») et un outil de demande d'avis (version « expert »).

Ferrania

Ferrania, société issue de la séparation de l'unité italienne du groupe Imation lors de son rachat par Kodak propose deux petites configurations administrables par réseau.

La première (Lifeweb1) est constituée d'un serveur fonctionnant sous linux connectable à trois sources au maximum qui alimente une console, un graveur DVD et un robot graveur de CD.

La seconde (Lifeweb on net) utilise un serveur windows et une base de données Oracle ou SQL server associée à un Ris qui fonctionne avec des API. L'accès aux images se fait par PC avec le visualiseur Dicom « real viewer » ou par web.

Fuji

FUJIFILM introduit sur le marché français la version 3 de sa solution Pacs SYNAPSE, développée aux États-Unis et installée sur 230 sites (dont 25 en Europe). Ce système est indépendant du matériel (environnement Wintel) sur lequel il peut être installé. Fuji propose une configuration complète (logiciels et matériels) mais peut également proposer une prestation axée sur les logiciels et les services.

L'architecture de Synapse, conçue autour des technologies Web (administration et accès aux images) est modulaire : les composants logiciels indépendants les uns des autres peuvent être déployés au sein d'un même serveur ou répartis sur plusieurs selon la volumétrie du site. L'intégrité des données est assurée par ORACLE 9i, qui se charge de l'identification des images au travers de liens uniques de type URL (adresse web unique). SYNAPSE, autorise la compression d'images par ondelettes. Trois niveaux de compression sont générés et stockés :

- « Original » : compressée sans perte, de qualité diagnostic,
- « Clinique » : compressée légèrement pour le correspondants,
- « Référence » ; plus fortement compressée permettant un accès rapide.

Les facteurs de compression sont paramétrables selon la modalité, le type d'examen ou encore par région anatomique.

Un logiciel ActiveX de l'ordre de 4 Mo est téléchargé au premier accès sur les postes de consultation équipés. Il permet d'accéder aux images et de réaliser les traitements d'images de base en local. L'accès aux traitements plus complexes ou au RIS (fournis par différents fournisseurs exter-

nes) se fait par intégration d'un bouton d'accès dans le navigateur. Réciproquement Fuji propose d'intégrer un bouton d'accès à Synapse sur tout logiciel de gestion

Les images étant identifiées par le système d'exploitation comme un objet, il est facile de les « copier/coller » vers l'environnement bureautique (PowerPoint, Word...). Il en est de même pour le transfert par messagerie, où un simple clic permet d'anonymiser l'image.

General Electric Medical Systems (GEMS)

L'offre GEMS nommée Centricity Enterprise, dépasse le domaine de l'image radiologique et cardiologique pour être un fédérateur de résultats. C'est pour cette société un moyen de démontrer un lien entre ses différents départements.

Si le produit se veut global, il est avant tout modulaire : d'une part parce que ce n'est pas un système d'information hospitalier complet (GEMS n'a pas investi – encore ? – dans la gestion administrative de l'hôpital) et d'autre part pour permettre un investissement sur plusieurs années. Le discours marketing n'est pas technique mais fait appel à l'organisation : il est proposé une démarche décomposée en 12 étapes basée sur la méthode « six sigma ».

Le cœur de Centricity Enterprise est un serveur MS Windows ou Unix, hébergeant une base de données SQL ou Sybase. L'ensemble est dupliqué pour assurer un fonctionnement sans interruption. Le même serveur assure la mise à disposition des images pour les consoles de diagnostic (Centricity RA 1000 et RA 600) et pour les stations de diffusion (Centricity WEB). Il gère aussi différents types de stockage (RAID, SAN) et d'archivage (MOD, DVD, CAS) que le client peut choisir dans une liste de solutions validées par GEMS. Les consoles d'interprétation intègrent maintenant la station de travail Advantage Workstation, ce qui permet de disposer des traitements et reconstructions d'images avancés facilitant l'interprétation des grosses séries d'images. Pour la diffusion des images, les solutions à base de Web sont utilisées avec des fonctions développées en Java. Il est proposé une version cardiologique (Centricity CA 600) qui intègre le système de gestion de tracés ECG MUSE. Il est prévu dans un avenir proche, d'intégrer dans la solution

un serveur d'application qui permettra de multiplier les postes pouvant utiliser des logiciels d'applications avancées sans multiplier le nombre de licences d'utilisation et envisager un parc de matériel constitué de « clients légers ».

GEMS dispose d'un SIR (nommé Medora) mais préfère proposer en France le logiciel Xplore développé par EDL. Celui-ci est complètement intégré, ainsi que la dictée vocale, avec la suite logicielle Centricity sur un poste unique pour le radiologue.

Sur le stand de GEMS au RSNA était présenté des concepts de consoles qui mettent à disposition des utilisateurs dans un univers 3D virtuel, les différents éléments du dossier patient.

Global Imaging On line

La société Global Imaging On Line commercialise, depuis mai 2003, un Pacs nommé DIAM. Le serveur « DIAM 4 » Windows, prochainement sous Linux, récupère les images en utilisant Dicom et les enregistre sous trois formats : le format original et deux formats compressés, l'un sans perte (JPEG 2000) et l'autre fortement compressé. Pour la visualisation sur écran deux solutions sont proposées :

- par l'intermédiaire d'un navigateur standard, on peut visualiser le format le plus compressé et réaliser quelques traitements d'images au moyen des applets java fournis par le serveur,
- par l'installation d'un logiciel de visualisation « DIAM VIEWER » qui permet d'accéder aux autres formats et de réaliser des traitements plus complets comme le MPR, le MIP et la 3D (option « DIAM 3D »).

GIOL complète son offre par une solution de stockage « DIAM STORE » en DAS ou en SAN, des consoles de visualisations « DIAM BOX », une solution de téléradiologie, des graveurs de CD « DIAM CD », une interface avec un éventuel RIS, et un gestionnaire de comp- rendu interfacé avec Word®.

Kodak

Kodak, fort de ses récentes acquisitions, se positionne comme fournisseur logiciel et de conseil et comme intégrateur de matériel.

Le Pacs est constitué de la version 5 de la famille de produit Directview (Imaginet chez Algotec). Le cœur est un serveur Sun qui héberge une base de données Oracle

et qui peut suivant les configurations, assurer les fonctions de gestionnaire de flux de travail, l'interfaçage au RIS et au SIH, la diffusion aux consoles de diagnostic et la diffusion des images par Web. Le dimensionnement du serveur est déterminé par le nombre d'associations (sources ou consoles de visualisation) nécessaires : un processeur est capable de gérer jusqu'à 10 associations simultanées et un serveur peut avoir jusqu'à 8 processeurs. Le choix de l'architecture de stockage est libre – SAN par exemple – ainsi que le serveur d'archivage.

Les consoles de visualisation spécialisées fonctionnent sous Windows avec ajout de DLL (petits programmes fonctionnant en tâche de fond) pour réaliser les visualisations et les traitements d'images des plus simples aux plus complets. Il est possible de produire des « clips » vidéo montrant en particulier les reconstructions 3D en mouvement que l'on peut sauvegarder en vue de les transmettre aux correspondants.

La diffusion par le Web se fait par navigateur standard et applets java pour permettre une visualisation d'images avec les traitements de base. Les images peuvent être envoyés ou « poussés » à la demande du producteur. Les images sont transmises avec une compression de type ondelettes.

Bien que l'offre Kodak au niveau international comprenne un RIS, il ne sera pas utilisé en France où un partenariat avec la société Medasys lui sera préféré.

Mac Kesson

Mac Kesson est à l'origine un fournisseur de SIH dont plus de 100 hôpitaux en France sont équipés. Cette société a complété son offre en rachetant la société ALI qui vendait des Pacs et propose donc un ensemble complet de système d'information qui peut cependant être installé par modules indépendants.

La société commence l'implantation de son système Horizon par une période de préparation et d'installation de trois mois. Le système arrive sur site préconfiguré et s'installe en 48 heures. Dans sa forme la plus complète c'est par le dossier du patient que l'on accède à l'image par l'intermédiaire de deux modules Web : le plus simple par l'intermédiaire d'Internet Explorer et d'applet Java ou par un ensemble complet écrit en Java utilisant les images Dicom compressées par ondelettes.

Le serveur d'images fonctionne sous Windows 2000 et utilise une base de données Oracle, le stockage se fait sur disques durs en DAS (généralement 4 mois de production d'images en ligne). Une fois la durée de conservation définie dépassée les images sont transférées et compressées suivant des règles définies par l'utilisateur, sur des disques durs en NAS tandis qu'un archivage médico-légal sur cassettes AIT3, DVD ou CAS conserve les images compressées sans pertes.

Les consoles fonctionnent sous Windows XP et se déclinent en trois gammes : les Horizon Radstation sont des consoles de traitement d'images pour le diagnostic. Il est en particulier possible de produire des clips vocaux pour accompagner les images, réaliser des fichiers d'enseignement et exporter les images sur des logiciels bureautiques. Les Horizon Dxview sont destinées aux utilisateurs « avancés » tandis que la console web utilisant des applets est destinées aux autres utilisateurs qu'ils soient sur site ou en dehors.

Le RIS associé fonctionne également *via* Internet.

Merge Film

Cette société se positionne sur le marché français en revendiquant 15 sites. Ayant commencé par de simples interfaces de connexion, Merge propose maintenant le produit Fusion qui est un ensemble de modules comprenant le Pacs, le RIS et le système de facturation.

Philips

L'offre Philips est centrée sur le concept Vequion présenté en 2002. Il s'agit de proposer à l'utilisateur un environnement de travail « familial », qu'il travaille sur les modalités d'imagerie, sur les stations de travail, ou sur son ordinateur de bureau. Cette architecture est basée sur des outils développés par Microsoft® les API et le « net ». Cela permet à Philips de revendiquer une relative autonomie vis à vis de la technologie. Le PACS en lui même a pour nom « Easyaccess ». Il utilise les technologies d'archivage sur disques durs sécurisés en RAID5 ainsi que des supports DVD qui peuvent s'intégrer dans une architecture centralisée ou une architecture distribuée de type SAN.

Les consoles ont pour nom générique « Easyview » ; on distingue :

- l'EasyVision DX pour le diagnostic ;
- l'EasyVision CL pour la revue clinique ;

- l'EasyVision RG pour le contrôle et l'assurance qualité ;

- l'EasyVision CL. net qui permet d'héberger l'environnement de travail d'une console de travail n'importe où sur une informatique légère non dédiée grâce à la technologie Microsoft. net. Ces consoles utilisent l'environnement viewforum. Il comprend une quarantaine de packages disponibles dont l'orthopédie, les membres inférieurs, le rachis ou le vasculaire introduits cette année, qui permettent de constituer à la carte sa console. Plus généralement, un utilisateur en sauvegardant ses protocoles de visualisations et de traitement d'images, peut retrouver son environnement sur toutes les consoles qu'il est amené à utiliser.

La diffusion des images peut également être faite par « EasyWEB » qui fonctionne avec des applets Java sur les navigateurs Web traditionnels.

Vequion comprend également EasyRIS un RIS qui fonctionne sans passerelle en partageant les DLL de la partie image et les fonctions existant dans le système d'exploitation Windows. De ce fait on retrouve une interface proche du logiciel « outlook® ».

Sectra

Partenaire régulier de Philips, Sectra revendique 400 installations dans le monde dont une en France.

Le cœur du PACS proposé par Sectra peut être décliné en deux versions : la « clinical edition » fonctionne avec un serveur Windows 2000 et se limite à 50 000 dossiers par an tandis que l'« Enterprise edition » fonctionne sous Unix ou Windows 2000 et n'a pas de limitation. Ce cœur comporte deux composantes : le gestionnaire de flux et le gestionnaire de stockage. Il est proposé plusieurs types de stockage ou d'archivage allant des disques en DSA jusqu'à l'archivage externalisé.

La gamme de consoles IDS5 comporte 7 types de postes différents qui récupèrent les images par des technologies Web et peuvent être installés avec 17 « packages » différents.

L'outil d'administration du Pacs fonctionne via le web.

Siemens

Siemens dispose d'une offre couvrant l'ensemble du système d'information de l'hôpital. C'est une solution modulaire

qui permet une informatisation par étape. La partie PACS de cette offre s'appelle « Sienet » et est décliné en trois versions suivant le nombre d'examen annuels à traiter :

- le « Sienet Sky » se limite à 50 000 examens par an. Il est basé sur des PC standards,
- le « Sienet Cosmos » peut gérer jusqu'à 100 000 examens par an avec une architecture Client-Serveur basée sur Windows,
- le « Sienet Magic » est la version la plus complète dont le cœur est un serveur Unix (Sun recommandé) avec une base de données Sybase.

Les cinq composantes de Sienet sont :

- La gestion de l'image (image data management) qui prévoit différents types de stockage et d'archivage selon le besoin (CD, juke box DVD/MOD, Bibliothèque de bandes ou RAID) ;
- L'espace de travail (workplaces) qui offre à l'utilisateur la même interface Syngo sur toutes les modalités d'images (Siemens) et toutes les consoles qu'elles fonctionnent dans le monde Windows ou Unix ;
- La distribution des images (image distribution) qui diffuse les images soit en utilisant le réseau vers des PC équipés du logiciel Magicview soit par le web au moyen de Magicweb où l'on retrouve également l'interface Syngo ;
- La gestion du flux de travail (imaging workflow management non disponible sur Sienet Sky) a pour but d'associer le système d'information de l'hôpital avec le Pacs sur la même console ;
- Le traitement d'images avancé (intelligent post processing disponible uniquement sur Sienet Magic) est un ensemble de 50 applications disponibles à la demande.

Avec « Soarian », Siemens dispose d'une offre couvrant l'ensemble du système d'information de l'hôpital. C'est une solution modulaire qui permet une informatisation par étape.

La partie Pacs de « Soarian »

Stentor

Stentor est une société américaine qui a eu une très forte progression en 2003. L'originalité du système iSite est d'utiliser la décomposition en ondelettes pour diffuser les images dans le réseau. Ainsi, n'est envoyé aux consoles que la résolution correspondant à la fenêtre ouverte et toute manipulation de type zoom ou

agrandissement de la fenêtre ne se traduit que par un envoi par le serveur d'une petite quantité de données supplémentaire. Les temps d'accès aux images sont de ce fait très courts. Un autre argument de vente de Stentor est basé sur la fiabilité et la sécurité du système : chaque module a son double, les images les plus récentes sont répliquées quatre fois : sur un stockage à accès très rapide où elles resteront une semaine, sur un stockage d'accès plus lent pour quatre mois, sur une archive en ligne pour 7 ans et enfin tout est envoyé à un centre de « récupération des désastres » où le bon fonctionnement du système est suivi minute par minute pour palier toute défaillance.

Il est à noter que sur les consoles iSite Radiology, un écran plat tactile disposé à plat devant les écrans de visualisation remplace l'habituelle souris.

Telemis

Telemis est une société belge très proche de l'université catholique de Louvain qui propose une solution originale. Le point d'entrée du système est l'outil « TM acquisition » ou « TM autoacquisition » qui récupère les informations de toute origine, en particulier des images Dicom issues des sources d'images ou des consoles de traitement, pour les transformer en Emails multimédia sécurisés. Ils sont ensuite envoyés vers le « TM Server » qui gère les autorisations d'accès et assure le stockage et l'archivage. Ces Emails peuvent être recherchés sur le serveur par tout PC équipé de « TM home » ou envoyé automatiquement vers une boîte au lettres personnelle « TM PIM ».

La distribution vers les stations (« TM-ReceptionHE » pour diagnostic, « TM-Reception » pour la revue clinique) se fait après identification de l'utilisateur. Les stations clientes peuvent être sous Windows, Mac OS10 ou autre, car l'application est développée en Java, et donc portable.

Il existe également un serveur dédié aux flux de sortie : TM-Publisher. À partir de données pertinentes sélectionnées par le

radiologue, il traite ces informations selon le destinataire retenu : ça peut être un CDROM spécifique PC ou Mac, une impression papier ou film, un envoi d'images compressées vers une station Web (ou un Palm), avec une qualité déterminée ou encore un email contenant compte rendu et images.

La commercialisation se fait sous forme de licence site d'un coût dépendant de la taille de l'établissement). Le coût initial est bien sûr plus important, mais l'extension ou le changement de configuration du site ne nécessite aucun coût supplémentaire. Un serveur d'acquisition supplémentaire pour plus de fluidité pour un bâtiment distant, ou quelques consoles supplémentaires s'ajoutent gratuitement

TSI

TSI propose trois produits :

- Signa com est une console de visualisation et de transmission d'images largement diffusée en France pour la téléradiologie ;
- e-Dicom est un serveur de stockage d'archivage et de diffusion d'images par intranet ou extranet ;
- e-patient est un logiciel permettant le gravage d'un CD rom contenant les images avec un visualiseur ou l'utilisation d'un robot graveur.

Veepro

Veepro est une société allemande qui diffuse la gamme Medimage. Il s'agit de solutions de stockage pour petites unités permettant la diffusion d'images par le web, le gravage par robot graveur sur CD Rom ou sur DVD. Veepro propose aussi une console à écran tactile pour salle d'opération.

Waid

Waid se présente comme un distributeur de logiciels pour cabinet de radiologie et services de médecine nucléaire. On trouve donc des logiciels de gestion (Sir 5 et Sirtime, Nuclea, Pharma 2000 et Actidose), et un serveur web. (Sirweb).

Waid décline son produit Medseen en 3 gammes :

- PERSONAL qui est une console de visualisation DICOM classique.
- PRO qui est une solution combinant la visualisation, le stockage, le gravage et la diffusion d'images pour un usage interne du service. Cette solution comprend une console « Medseen Workstation » allant jusqu'à 8 moniteurs, et un système de gravage « Medseen Robot ».
- ENTREPRISE qui prend en compte une forte volumétrie multidisciplinaire. Cette solution reprend comme périphériques les 2 éléments de la gamme PRO, basés autour d'un serveur « Medseen Server » stockant les données vers des supports évolutifs en Raid 5 et interfaçable avec des SIR et SIH du marché, « Medseen Archive » permettant un archivage sur DVD ou bandes, et un serveur Web « Medseen Web » pour la diffusion des images.

Une console orientée orthopédie avec visualisation des calques est en cours de développement.

Conclusion

Le foisonnement de sociétés offrant des PACS ne doit pas faire oublier aux utilisateurs qu'un PACS n'est pas seulement une affaire de technologie. Un système informatique quel qu'il soit n'a jamais introduit une organisation ou des coopérations là où elles n'existaient pas auparavant. Il faut également savoir quel est le cahier des charges que doit respecter le système que l'on achète. Ce cahier des charges doit tenir compte des aspirations des différents acteurs du réseau d'images pour ne pas connaître des difficultés lors de sa mise en service. Il faut aussi savoir limiter ses ambitions à des problèmes précis à résoudre : tout achat doit s'envisager sous l'angle d'une obligation de résultats et non pas en obligation de moyens. Enfin, il faut autant que possible baser ses choix sur des solutions pérennes respectant les standards éprouvés.