

Informatique de santé

Une référence pour les professionnels des SI de santé

Les établissements de santé connaissent depuis le début des années 2000 une informatisation galopante : informatisation du dossier médical et des fonctions support que sont la biologie et l'imagerie, mais aussi apparition de l'informatique dans des domaines étonnants tels que les systèmes pneumatiques ou la supervision des enceintes réfrigérées. Peu d'ouvrages abordent spécifiquement ces techniques dans le monde de la santé. Certes, il est possible de trouver des publications sur le projet de mise en place d'un dossier patient informatisé ou d'un PGI (Progiciel de Gestion Intégrée) couvrant les différents processus administratifs, mais peu abordent ces systèmes techniques, périphériques au cœur de métier et pourtant indispensables à ce dernier.

Cet ouvrage traite des trois grands domaines relevant des systèmes informatiques dits « techniques » : l'imagerie, les laboratoires et tous les autres types de systèmes, famille fortement hétérogène qui englobe tout ce qui n'est pas dans les précédents.

Décideur, professionnel de l'informatique ou cadre, chacun peut tirer profit de l'approche multiculturelle adoptée par les trois auteurs, des professionnels de terrain ayant accumulé des années d'expérience dans les domaines concernés.

Les auteurs

Cédric Cartau a exercé des fonctions d'ingénieur à la DSI du CHU de Reims, et a dirigé les équipes Système et applications à la DSI du CHU de Rennes. Actuellement responsable de la sécurité des systèmes d'information au CHU de Nantes, il dispense plusieurs modules d'enseignement à l'EHESP. Il est également l'auteur de plusieurs ouvrages parus aux Presses de l'EHESP.

Stéphane Devise est chef de projet à la DSI du CHU de Nantes. Il y prend en charge depuis plusieurs années le domaine de la biologie ; il a participé entre autres à la mise en place du L2R et à la certification ISO 15189 des laboratoires.

Yves-Marie Herniou, chef de projet à la DSI du CHU de Nantes, a participé à la mise en place du système d'imagerie informatisé, et notamment à la dématérialisation complète du film radiologique. Il assure également des enseignements à l'EHESP et au CHU de Nantes.

À qui s'adresse ce livre ?

- Au biologiste ou au radiologue désireux de s'informer sur les systèmes d'information en lien avec son activité
- Au chef de service souhaitant connaître les enjeux à venir dans son domaine
- À l'étudiant en quête d'informations
- Au responsable médical ou cadre administratif en lien avec ces secteurs

Au sommaire

Les systèmes d'imagerie. Généralités sur le système d'information d'imagerie (SII) • Le RIS • Les principaux types d'imageries et les modalités d'acquisition d'image • Le PACS • L'organisation du système d'information de l'imagerie • La diffusion des images • Prospectives : projet zéro papier et partage d'images • **Les systèmes d'information d'un pôle de biologie hospitalier.** Un système informatique en biologie, c'est quoi ? • Les atouts de la réussite • **Les autres types de systèmes techniques.** Les autres systèmes • La sécurisation des systèmes techniques • **Annexes.**

Informatique de santé

Imagerie, biologie
et logistique

DANS LA MÊME COLLECTION

A. FERNANDEZ-TORO. – **Sécurité opérationnelle.**
N°13963, 2015, 355 pages.

F. MATTATIA. – **Traitement des données personnelles.**
N°13594, 2013, 188 pages.

Y. CONSTANTINIDIS, M. VOLLE. – **Expression des besoins pour le SI.**
N°13653, 2013, 294 pages.

D. MOUTON. – **Sécurité de la dématérialisation.**
N°13418, 2012, 314 pages.

A. FERNANDEZ-TORO. – **Management de la sécurité de l'information.**
N°12697, 2012, 480 pages.

S. BOHNKÉ. – **Moderniser son système d'information.**
N°12764, 2010, 290 pages.

A. LUPFER. – **Gestion des risques en sécurité de l'information.**
N°12593, 2010, 230 pages.

E. BESLUAU. – **Management de la continuité d'activité.**
N°12820, 2010, 298 pages.

P. JOUFFROY. – **ERP.**
N°12716, 2010, 317 pages.

CÉDRIC CARTAU
STÉPHANE DEVISE
YVES - MARIE HERNIOU

Préface de **Pierrick Martin**

Informatique de santé

Imagerie, biologie
et logistique

EYROLLES



ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 2015, ISBN : 978-2-212-13967-9

À Dorothée, Maxence et Théo
Yves-Marie Herniou

À mes parents, à mes filles
Stéphane Devise

À Onyx
Cédric Cartau

Préface

Les domaines de la santé et de la médecine sont ceux dans lesquels les technologies numériques se développent le plus rapidement. Ces dernières permettent d'envisager à très court terme des innovations qui vont radicalement changer les modes de prise en charge des patients : médecine personnalisée basée sur la génomique, télémédecine, radiologie interventionnelle, laboratoires de biologie mobiles et résultats de tests instantanés, aide au diagnostic et à la décision thérapeutique, télé-surveillance et médecine basées sur les preuves, smartphones et objets connectés permettant de mieux impliquer le patient dans la prévention ou le traitement des pathologies. Ces systèmes vont avoir pour conséquence de revoir en profondeur les systèmes de santé.

Dans cette révolution en cours, les directions des systèmes d'information des établissements de santé se distingueront par leur rôle central : après avoir longtemps été cantonnées à outiller des processus administratifs ou de gestion, les voici maintenant au cœur de la prise en charge médicale. Quelle plus belle finalité pour un informaticien que de contribuer directement au bien-être de la population, alors qu'aujourd'hui les rapports (<http://www.healthcareitnews.com/news/deaths-by-medical-mistakes-hit-records?topic=08,29,19>) se succèdent en Europe et aux États-Unis pour dénoncer l'augmentation sans précédent des décès ou complications dues à des erreurs médicales totalement évitables !

Si les technologies numériques vont apporter un socle de connaissances cliniques au service de la qualité et de la sécurité des soins, elles vont par la même occasion venir soutenir l'efficacité et la performance des organisations de soins : automatisation des fonctions logistiques, bâtiments intelligents, objets connectés et géolocalisation, systèmes d'alertes, suppression des recopies et des ruptures de flux d'informations, outils de collaboration et de partage instantanés et ubiquitaires, permettent de synchroniser tous les acteurs de la chaîne de soins, et de fluidifier tous les processus qui viennent en support de la prise en charge médicale proprement dite.

Cette transformation numérique ne peut s'effectuer sans que les professionnels des soins ne se forment une réelle vision et ne donnent un sens à l'ensemble des investissements réalisés dans ce que l'on peut appeler l'informatique de santé. Une fois la vision établie, la gouvernance de cette transformation doit garantir le pilotage et la bonne exécution de deux chantiers majeurs : la conduite du changement – adapter les comportements de chacun face à ces technologies – et la fourniture de systèmes numériques fiables, hautement disponibles et performants. C'est la combinaison réussie de ces deux chantiers qui va déterminer la valeur durable de cette transformation.

Parmi les facteurs de réussite de ces chantiers, le plus prépondérant implique certainement la très bonne compréhension des outils de la part des professionnels de santé comme des informaticiens, avec une identification très tôt dans les projets de leurs capacités et de leurs limites, de leurs exigences de sécurité, de confidentialité, du cadre normatif ou réglementaire dans lesquels ils devront être utilisés.

C'est tout l'apport de cet ouvrage, que je préface avec grand plaisir. Ce dernier aide à mieux comprendre et se comprendre entre professionnels de santé et du numérique, avec pour objectif de mieux décider et manager cette transformation numérique au service de la santé de nos concitoyens.

Pierrick Martin

Directeur technique

Direction des systèmes d'information et des télécommunications du CHU de Nantes

Remerciements

Je tiens particulièrement à remercier M. Jean-Luc Favereau, qui m'a permis il y a vingt-deux ans de découvrir ce fabuleux univers. Je souhaite également témoigner ma gratitude à tous les biologistes, médecins, soignants, directeurs, ingénieurs, techniciens, secrétaires, administratifs, agents techniques, collègues, constructeurs et éditeurs rencontrés aux cours de ces années, et qui ont éveillé ma curiosité. Enfin, un énorme merci à Cédric Cartau, pour cet exercice nouveau.

Stéphane DEVISE, septembre 2014

Je tiens à remercier en premier lieu et de tout mon cœur ma femme Dorothee, ainsi que mes deux enfants Maxence et Théo, pour leur soutien, leur compréhension et leur accompagnement tout au long de ce projet.

J'adresse ma sincère gratitude à Cédric Cartau, coauteur de cet ouvrage et source de cette collaboration, pour la confiance qu'il m'a accordée et ses précieux conseils. Je destine la même reconnaissance à Stéphane Devise, également coauteur, à Pierrick Martin, directeur technique de la DSI du CHU de Nantes, pour la préface qu'il a accepté de rédiger, ainsi qu'au professeur Benoît Dupas, chef du pôle hospitalo-universitaire Imagerie du CHU de Nantes, pour ses encouragements, ses conseils et le temps qu'il m'a consacré dans le cadre de ce projet.

Enfin, je suis également très reconnaissant envers tous mes collaborateurs du CHU de Nantes, lesquels m'ont permis d'atteindre ce niveau de connaissance.

Yves-Marie HERNIOU, septembre 2014

Table des matières

Introduction	1
--------------------	---

Partie 1 – Les systèmes d'imagerie

Chapitre 1 – Généralités sur le système d'information d'imagerie (SII)	7
Le système d'information hospitalier (SIH)	7
Le système d'information d'imagerie (SII)	8
Le dossier patient informatisé	8
L'identification du patient dans le SIH	8
Le système d'information de radiologie (RIS)	9
Les modalités d'imagerie	9
Le PACS pour archiver les images	10
Les standards et normes de l'imagerie médicale	10
Un format de message commun : le standard HL7	10
Le standard DICOM pour les images	13
Les profils IHE pour améliorer la communication	19
Chapitre 2 – Le RIS	23
Définition et historique	23
Principes, rôle et flux d'un RIS	23
Chapitre 3 – Les principaux types d'imageries et les modalités d'acquisition d'image ..	27
L'imagerie par rayons X	27
L'imagerie par résonance magnétique nucléaire	37
L'imagerie par ultrasons	43
L'imagerie en médecine nucléaire	46
Les autres types d'imageries	50
Chapitre 4 – Le PACS	53
Définition	53
Un peu d'histoire	53

Le projet PACS dans un CHU	54
La volumétrie du PACS du CHU de Nantes au 31/12/2013	59
L'architecture technique d'un PACS	60
Les outils du SI d'imagerie ou outils transversaux	65
Chapitre 5 – L'organisation du système d'information de l'imagerie	67
La gouvernance du SI d'imagerie	67
Les acteurs du SI d'imagerie	70
Le workflow du SI d'imagerie	71
Le parcours de l'information	73
Chapitre 6 – La diffusion des images	93
Le PACS clinique	93
Le filmless pour un établissement de santé	96
Exemple de projet filmless pour le CHU de Nantes	97
Les clés de la réussite	99
Focus : retour sur investissement d'un PACS	101
Chapitre 7 – Prospectives : projet zéro papier et partage d'images	103
Stockage et archivage de l'imagerie clinique	103
Diffusion d'images et partage en réseau	107
Conclusion	113

Partie 2 – Les systèmes d'information d'un pôle de biologie hospitalier

Chapitre 8 – Un système informatique en biologie, c'est quoi ?	117
Les secteurs et les acteurs concernés	117
Les processus	118
Les services supports associés	124
Les outils nécessaires à la couverture fonctionnelle	125
L'intégration des éléments	130
La typologie des architectures rencontrées	133
Réglementation et exigences	135
Chapitre 9 – Les atouts de la réussite	139
La gouvernance	139
Le choix des outils et des interlocuteurs	143

Les utilisations des normes et des recommandations	146
Connaissance et maîtrise des systèmes	147
Les exigences liées aux outils de production biomédicaux	152
Les perspectives	155
Conclusion	157

Partie 3 – Les autres types de systèmes techniques

Chapitre 10 – Les autres systèmes	161
Principes	161
Les systèmes de gestion des flux physiques	164
Les systèmes de supervision et de surveillance	169
Les systèmes de communication	174
Les systèmes liés à la production de soins	181
Les systèmes de production des services de support	184
Les systèmes dédiés au patient	186
Les objets connectés	187
Les perspectives	187
Chapitre 11 – La sécurisation des systèmes techniques	189
Les fondamentaux	189
Le classement des systèmes	191
La limite de la technologie	192
Les procédures dégradées	193
Conclusion	195

Partie 4 – Annexes

Annexe A – Bibliographie	199
Imagerie	199
Généralité sur les systèmes d'information	200
Management des SI	200
Annexe B – Sites Internet	201
Les sites d'imagerie	201
Les sites généralistes	202
Les sites sur la biologie	204

Annexe C - Glossaire des abréviations	205
Annexe D - Tables des conversions des octets et des bits	209
Index	211

Introduction

Il existe de nombreux livres traitant de l'informatique, quoique le genre semble en désuétude ces dernières années, essentiellement du fait de l'absence d'innovations du côté des langages informatiques.

Chacun se souviendra peut-être des temps héroïques où la moindre Fnac de province affichait fièrement un mur entier d'ouvrages du cru : bases de données, langages, systèmes d'exploitation, programmation web, etc. Cela coïncidait aussi avec l'engouement du grand public pour le système Linux, les livres du genre « Linux in a nutshell » tenant souvent la tête de gondole.

Ces temps semblent révolus, pour le moment tout du moins. La production littéraire du genre s'oriente vers les ouvrages sectoriels (banque, assurance), de conduite de projets, d'urbanisation du système d'information, etc. En bref, le management des SI.

En soi, c'est plutôt une bonne chose. Après des années – voire des décennies – au cours desquelles l'informatique était affaire de spécialistes, et où les virtuoses de l'octet gardaient jalousement leur savoir technique, il semble que la tendance n'est plus de savoir combien de machines ou de logiciels il est possible d'empiler, mais surtout comment. Jacques Sassoan fut incontestablement un des précurseurs du domaine, notamment avec la publication dès les années 1990 d'un ouvrage qui fit date : *L'urbanisation des systèmes d'information*.

Les publications actuelles se divisent schématiquement en deux grandes catégories : les ouvrages techniques pointus (il en existe encore et d'excellente qualité), et les ouvrages de management des SI. Dans ces derniers, on trouve toute la panoplie du petit randonneur en pays informatique, allant de la conduite de projet de mise en place d'un progiciel de gestion intégré de type SAP, aux publications traitant des aspects juridiques de l'informatique (CNIL, droit de la propriété intellectuelle) ou au pilotage au quotidien d'une DSI.

Il nous semble cependant qu'un créneau est insuffisamment comblé : celui de l'informatique expliquée aux décideurs, en tout cas à ceux qui ne disposent pas d'une culture technique, ou qui possèdent un certain verni, mais ne connaissent pas un domaine en particulier. Par exemple,

dans le domaine des réseaux informatiques, il existe des ouvrages monumentaux – en particulier celui de Guy Pujolle, la bible du genre –, mais ils descendent jusqu'au niveau de la constitution de la trame IP. Autant dire qu'un tel ouvrage (qui fait plus de 1 000 pages) n'est absolument pas à conseiller à un directeur financier à qui on vient d'ajouter la DSI à ses attributions.

Bien entendu, le propos de cet ouvrage n'est pas seulement l'informatique – qui est de la technique –, mais il s'intéresse également aux systèmes d'information qui, selon la définition couramment admise, sont constitués de l'ensemble des moyens humains, organisationnels et techniques visant à assurer la circulation de l'information au sein d'une entreprise. L'informatique n'est donc que la partie technique, émergée, du vaste ensemble des systèmes d'information.

L'un des coauteurs du présent ouvrage, Cédric Cartau, enseigne depuis des années l'informatique et les systèmes d'information à l'École des hautes études en santé publique (EHESP). Plusieurs ouvrages ont été tirés de ces cours (voir la bibliographie en fin d'ouvrage) dans l'objectif de vulgarisation de concepts *a priori* complexes pour un public de futurs directeurs d'établissements de santé – donc de non-spécialistes. En particulier, le *Guide pratique du système d'information* (2013) fait une large part aux infrastructures techniques et aux architectures applicatives, autant qu'aux techniques d'achat dans le domaine informatique (qui possède de nombreuses spécificités).

Dans la lignée de cette série d'ouvrages, il nous a semblé nécessaire de vulgariser trois domaines qui ne sont presque jamais traités dans la littérature : les sous-systèmes d'information relatifs à l'imagerie, la biologie et les systèmes dits « autres » dans lesquels on classe des éléments aussi disparates que les pneumatiques de transport des objets, la vidéosurveillance, la protection des travailleurs isolés, la supervision des enceintes réfrigérées, etc.

L'objectif n'est pas de rentrer dans le détail fin des techniques déployées, mais de présenter les grands concepts qui sous-tendent ces domaines, en évoquant l'histoire, les enjeux et les grandes tendances. Ces domaines sont très riches, et suffisamment complexes sur les technologies ou les architectures mises en œuvre, pour que l'on s'y perde facilement. Un guide d'aide à la compréhension, à savoir une sorte de grille de lecture, nous apparaît par conséquent nécessaire. Il ne s'agit donc pas d'un ouvrage où le lecteur trouvera dans le détail la description du protocole DICOM ou de la norme HL7, mais plutôt d'une introduction aux grandes architectures et aux grands enjeux de ces secteurs.

Il s'adresse à toute personne qui est amenée à se « frotter » à ce domaine, et en particulier :

- le biologiste ou radiologue désireux de s'informer sur les systèmes d'information en lien avec son activité ;
- le chef de service souhaitant connaître les enjeux à venir dans son domaine ;
- l'étudiant en recherche d'informations ;
- le décideur prenant la direction d'un service à dominante technique ;
- le responsable médical ou cadre administratif en lien avec ces secteurs.

Dans une première partie, nous traiterons donc du système d'information de radiologie qui, avec l'arrivée du PACS et du RIS, a connu plusieurs révolutions majeures. Nous aborderons également la téléimagerie ou télé médecine, l'archivage et les consoles d'interprétation, la croissance exponentielle des volumes informatiques, etc.

Dans une deuxième partie, nous nous intéresserons au système d'information spécifique à la biologie, lequel a également connu de grands changements ces dernières années. Qu'il s'agisse du préanalytique ou des systèmes experts de validation, le domaine de la biologie, déjà fortement informatisé depuis des années, fait face depuis peu à des contraintes de certification ou d'accréditation de plus en plus exigeantes vis-à-vis de son SI.

Dans une troisième partie, nous présenterons les systèmes techniques « autres », qui comportent des éléments très hétérogènes pour lesquels, actuellement, aucune grande catégorie ne se dessine. Des systèmes pneumatiques de transport de petits objets aux puces RFID (voir page 163) dans le col des blouses pour la gestion de la blanchisserie, on constate en effet peu de points communs dans le foisonnement des technologies qui apparaissent régulièrement.

Dans une quatrième partie, nous traiterons des enjeux spécifiques de sécurité de tous ces systèmes. Les contraintes ne sont pas les mêmes entre le système de production des analyses d'examen de biochimie, la distribution informatisée des images sur le réseau de l'établissement et l'enregistreur téléphonique du Centre 15, ou encore la régulation automatisée des transports de patients.

Enfin, vous trouverez en fin d'ouvrage toutes les annexes, à savoir la bibliographie, une liste de sites Internet utiles, un glossaire, etc.

PARTIE 1

**Les systèmes
d'imagerie**

Généralités sur le système d'information d'imagerie (SII)

Le système d'information d'imagerie et les outils informatiques sur lesquels il s'appuie forment une brique, un sous-ensemble d'un système d'information beaucoup plus vaste et complexe : le système d'information hospitalier ou système d'information de l'établissement de santé.

Le système d'information hospitalier (SIH)

Selon le ministère de la Santé, la définition du système d'information hospitalier ou SIH¹ stipule qu'il s'agit de : « l'ensemble des informations, de leurs règles de circulation et de traitement nécessaire à son fonctionnement quotidien, à ses modes de gestion et d'évaluation ainsi qu'à son processus de décision stratégique »².

Le SIH s'appuie sur des outils informatiques, à savoir l'ensemble des logiciels et progiciels des établissements de santé, de leurs interfaces et leurs modes de communication, ainsi que l'infrastructure technique machine et réseau qui les héberge. Ce système d'informations (SI) se divise en sous-ensembles tels que le SI dossier patient (dossier administratif et dossier de soin), le système d'information prestataire du dossier patient, le SI des ressources humaines et de la paie, les SI de spécialités médicales, ou encore les outils de bureautique et de communication, et enfin le SI décisionnel (pilote, etc).

Le système d'information prestataire est lui-même composé de plusieurs sous-SI tels que le SI de biologie, celui de pharmacie, d'imagerie ou le SI des explorations fonctionnelles.

1. HIS en anglais :
Hospital Information System

2. Référence
Wikipédia :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Système_d'information_hospitalier

Le système d'information d'imagerie (SII)

Le système d'information d'imagerie, également appelé SII ou S2I, est un sous-ensemble du SIH. Son informatique regroupe tous les outils et les processus qui ont trait à l'imagerie médicale. Il couvre un périmètre large, allant de l'imagerie radiologique à l'ophtalmologie, mais aussi de la gestion des examens à la rédaction des comptes-rendus en passant par le pilotage de l'activité. Ce système interagit avec les autres sous-ensembles du système d'information hospitalier (blocs, parcours patient, etc.).

Le dossier patient informatisé

C'est un sous-ensemble du SIH.

Le dossier patient informatisé est l'application informatique qui gère l'ensemble du dossier du patient. Son périmètre est plus ou moins important : il peut couvrir les domaines de la gestion administrative des patients (GAM), des prescriptions connectées de médicaments et d'exams complémentaires d'imagerie et de biologie. Il peut également concerner des outils de spécialité d'anesthésie de réanimation de blocs opératoires, les domaines de cotation des actes et de facturation, ainsi que les accès extérieurs et le partage d'informations.

En fonction de son périmètre et de son degré d'intégration, nous parlons du dossier patient informatisé (DPI), du dossier patient intégré et interopérable (DP2i ou DP2II).

Remarque

Le dossier patient est souvent appelé SIH par abus de langage.

En effet, les utilisateurs parleront fréquemment d'un compte-rendu qui « remonte » dans le SIH. C'est vrai, mais en réalité, le compte-rendu passe d'une application informatique vers le dossier patient du SIH.

L'identification du patient dans le SIH

L'IPP, ou identifiant permanent du patient, est un code/numéro unique propre à l'établissement attribué au patient lors de sa création dans le système d'information. Il est aussi appelé NIP, soit numéro identifiant patient.

L'IEP, ou identifiant épisode du patient, est un code/numéro unique propre à l'établissement qui identifie le passage du patient. Il est encore appelé NDA, à savoir numéro de dossier administratif.

Un patient possède un IPP et un ou plusieurs épisodes associé(s). Le couple IPP/IEP forme la clé unique d'identification d'un patient et de ses différents passages dans le SI.

Remarque : pour de nombreuses raisons, un patient peut avoir plusieurs IPP dans le système d'information. À titre d'exemple, un patient comateux transporté aux urgences en hélicoptère aura une identification dans le système qui ne sera pas forcément correcte, car toutes les informations clés liées à son identification ne sont pas nécessairement connues.

Ainsi, toute fusion d'informations *a posteriori*, de même que toute anomalie relative à l'identification des patients dans le SIH, doivent être traitées par des personnes responsables de l'identito-vigilance du SI.

Le système d'information de radiologie (RIS)

Le système d'information de radiologie ou SIR, communément appelé le RIS (pour *Radiology Information System*), est l'outil informatique du service d'imagerie de l'établissement. Il permet d'améliorer l'organisation, l'efficacité et le fonctionnement des différents métiers du service, et par là même de garantir une meilleure traçabilité des examens réalisés, ainsi qu'une meilleure prise en charge des patients.

Les modalités d'imagerie

Les modalités d'imagerie sont des équipements technologiques capables de créer, modifier et traiter des images.

Dans le monde médical, les soignants parleront de modalités d'imagerie en faisant référence aux outils d'acquisition des images, tels que les scanners, les IRM, etc.

Or, en termes de modalité d'imagerie, il y a aussi les outils de traitement et d'archivage des images, tels que les consoles de post-traitement dédiées, les serveurs d'application, les graveurs de CD/DVD, ou encore les PACS, etc.

Sous le terme « modalité d'imagerie », il faut donc considérer l'ensemble des outils de l'imagerie. Et une précision est nécessaire lorsque l'on désigne un type particulier de modalité.

Le PACS pour archiver les images

L'acronyme PACS signifie *Pictures Archiving and Communication System*. Les systèmes PACS sont des architectures informatiques qui assurent l'archivage numérique des images issues des modalités d'imagerie médicales. Ils facilitent également la communication de ces images, via les réseaux informatiques, entre différents outils d'exploitation tels que des logiciels spécifiques de traitement de l'image, ou encore des reprographes pour imprimer des films radiologiques. Les PACS « sécurisent » les images réalisées.

Ces systèmes viennent en complément des dossiers patients, car ils communiquent et associent les images aux comptes-rendus de l'examen que rédige le radiologue.

Différence entre le stockage et l'archivage

Le stockage des données est l'enregistrement des données sur un support physique, tel qu'un disque dur (quel que soit son type), une clé USB, une bande magnétique, etc.

L'archivage de données consiste à les placer dans un système qui assure leur préservation, mais aussi leur sécurisation. Ainsi, les données conservent leur valeur, notamment légale. La modification des documents est interdite, de même pour leur destruction, sauf sous contrôle strict. Toute action effectuée sur le document est tracée.

Pour en savoir plus sur le stockage et l'archivage, consultez le site suivant :
<http://www.smalsresearch.be/archivage-vs-stockage>.

Les standards et normes de l'imagerie médicale

Les standards et les normes en informatique permettent de simplifier et d'uniformiser la communication entre les applications, et ainsi de faciliter le développement d'interfaces.

Un format de message commun : le standard HL7

Définition

Tout comme la langue de Shakespeare est le « standard » de la communication orale et écrite entre les individus de notre planète, HL7 (*Health Level 7*) est le « standard » de communication « qui définit un format de messages pour les échanges informatisés de données cliniques, financières et administratives entre différents systèmes d'information hospitaliers (imagerie, laboratoires, soins infirmiers, dossier administratif patient...) ».³

3. http://fr.wikipedia.org/wiki/Health_Level_7

Valeur ajoutée de la standardisation de la communication entre les applications

Considérons un système d'information de santé composé de six logiciels différents : un d'admission (L1), un de prescription de médicaments (L2), un de planification des rendez-vous (L3), un de biologie (L4), un d'imagerie (L5) et un logiciel de facturation (L6). Lorsqu'un patient se rend dans un établissement de santé, il est possible, dans le cadre de son parcours de soins, de décliner dans chacune de ces six applications ses informations d'identité, à savoir ses nom, prénom, date de naissance, sexe, adresse et identifiant.

Dans le cas où il n'y aurait pas de norme de communication entre les différents logiciels, pour échanger ces informations, il faudrait développer deux interfaces entre chaque logiciel. Une de L1 vers L2, une L2 vers L1, puis une de L1 vers L3 et une L3 vers L1, etc. Ce qui représente un total de 30 interfaces d'échange à développer, à maintenir et à faire évoluer !

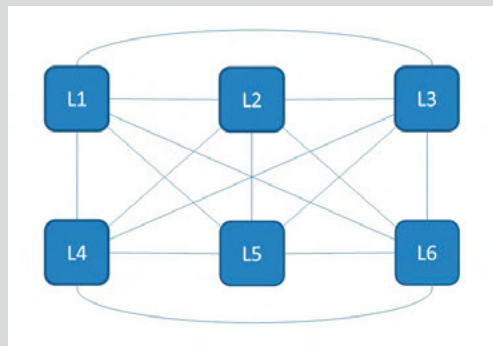


Illustration de 30 interfaces

Pour un SI composé de n éléments, cette règle se généralise au développement et à la maintenance de $n*(n-1)$ interfaces : c'est absolument ingérable !

Pour l'exemple précédent, avec le standard HL7, il n'y a plus qu'une seule interface d'échange car les six logiciels parlent un langage commun.

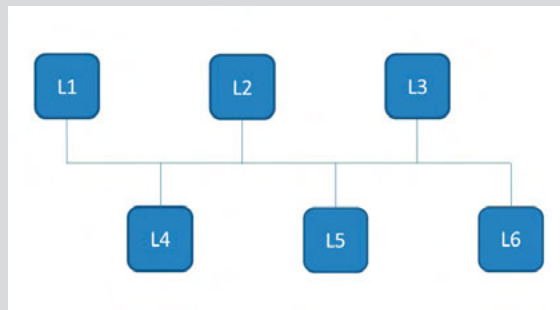


Illustration d'une interface

Historique

HL7 Inc. est une organisation née en 1987 aux États-Unis et dont l'objectif est de créer un standard de communication pour les systèmes informatiques hospitaliers.

En 1994, HL7 Inc. obtient une accréditation de l'*American National Standard Institute* (ANSI) pour le standard de communication HL7.

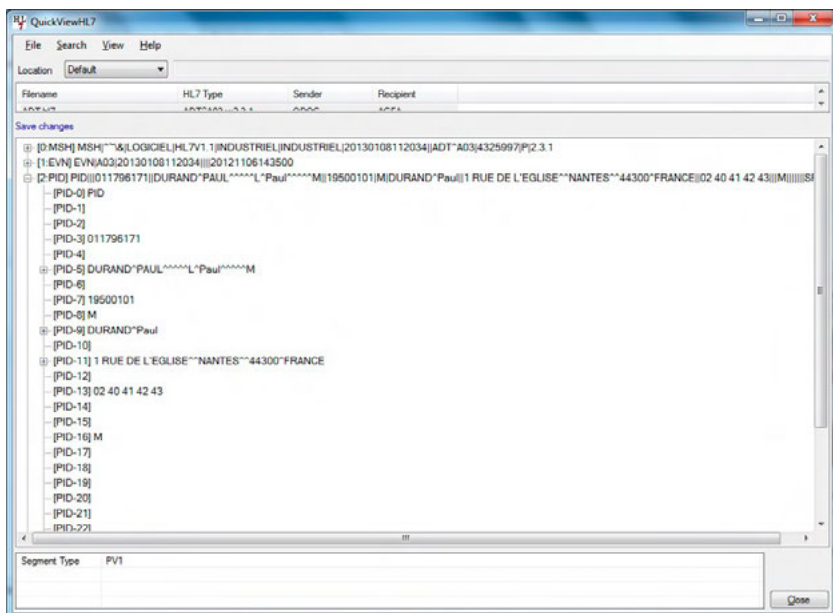
Principe

Chaque application stocke ses informations dans sa base de données et dans son propre langage. Puis, pour chaque patient, les informations « à diffuser » aux autres applications sont regroupées dans un fichier. Elles sont positionnées dans des « cases », que l'on appelle « des segments ». Ce fichier est ensuite diffusé et décodé par les autres applications qui le reçoivent. Voici l'exemple d'un fichier HL7 pour le patient « Paul Durand ».



```
ADT^A7^Soc^vater
[MSH]^~&LOGICIEL^HL7v1.1^INDUSTRIEL^INDUSTRIEL^20130108112034^ADT^A03^4325997^P12.3.1
EVN^A03^20130108112034^||20121106143500
PID^||011796171^|DURAND^PAUL^L^Paul^M^19500101^MIDURAND^Paul^1^RUE DE L'EGLISE^^NANTES^^44300^FRANCE^|02 40 41 42 43^|M^|||||SP^|
PV1^|2310C^*****BRULES^|)~ NR 0 X X 0~ NR 0 X X 0^|)128784424^|)|||||)201211061435|201301081120
```

Exemple d'un fichier HL7 avec Notepad



Filename	HL7 Type	Sender	Recipient
ADT^A7^Soc^vater	ADT^A03^S1	ADT^A03^S1	ADT^A03^S1

```
[MSH]^~&LOGICIEL^HL7v1.1^INDUSTRIEL^INDUSTRIEL^20130108112034^ADT^A03^4325997^P12.3.1
[1:EVN] EVN^A03^20130108112034^||20121106143500
[2:PID] PID^||011796171^|DURAND^PAUL^L^Paul^M^19500101^MIDURAND^Paul^1^RUE DE L'EGLISE^^NANTES^^44300^FRANCE^|02 40 41 42 43^|M^|||||SP^|
[PID-0] PID
[PID-1]
[PID-2]
[PID-3] 011796171
[PID-4]
[PID-5] DURAND^PAUL^L^Paul^M
[PID-6]
[PID-7] 19500101
[PID-8] M
[PID-9] DURAND^Paul
[PID-10]
[PID-11] 1 RUE DE L'EGLISE^^NANTES^^44300^FRANCE
[PID-12]
[PID-13] 02 40 41 42 43
[PID-14]
[PID-15]
[PID-16] M
[PID-17]
[PID-18]
[PID-19]
[PID-20]
[PID-21]
[PID-22]
```

Exemple d'un fichier HL7 avec un éditeur HL7

Sur la ligne PID (*Patient IDentification*), l'IPP du patient figurera toujours dans le segment n°3 (ici la valeur 011796171). Sur cette même ligne PID, la cinquième « case » contiendra toujours les valeurs NOM^PRENOM (valeur « DURAND^PAUL » dans notre exemple). Puis le septième segment contiendra invariablement la valeur « date de naissance » si elle est connue.

Il existe des variantes du standard HL7 en fonction des pays, notamment pour la prise en compte des différences de construction des noms de famille ou pour la gestion d'informations complémentaires. Pour en savoir plus sur la norme HL7, consultez le site officiel HL7 international sur <http://www.hl7.org>.

Le standard DICOM pour les images

Définition

DICOM est l'acronyme de *Digital Imaging and COmmunications in Medecine*. Il s'agit d'une norme, d'un standard, ou encore d'une structure commune pour la gestion informatique de l'imagerie médicale.

Ce standard évolue en permanence en étendant son domaine d'application. Certains nouveaux chapitres sont en cours de réflexion et de rédaction alors que d'autres ont été annulés. À titre d'exemple, la version 2014 s'est vue enrichie d'un package comportant 14 nouveaux éléments !

DICOM s'applique maintenant aux signaux (ECG⁴, EEG⁵), à la thermographie, à l'ophtalmologie, à la radiothérapie, etc.

4. ECG :
électrocardiographie

5. EEG : électro-
encéphalographie

Historique

C'est en 1985 qu'une société savante américaine de radiologues, l'*American College of Radiology* (ACR), et un groupement d'industriels, le *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), se rassemblent et établissent la première version du standard lié à l'imagerie médicale : la norme ACR/NEMA. Une seconde version vit le jour en 1988, mais c'est réellement en 1990, avec la version 3 que naît le standard DICOM en tant que tel. DICOM prend alors le numéro de versioning 3.0. Actuellement, il n'y a plus d'incrémentation. La version 3.0 existe toujours, cependant, elle est en constante évolution et adaptation. Nous parlerons donc de Version DICOM 3.0 2011 ou encore DICOM 3.0 mars 2014.

Anecdote

ACR/NEMA standard 1.0 ne comportait qu'un seul document de 128 pages. Quant à la version 2011 du standard DICOM 3.0, elle est composée de 20 parties distinctes, représentant un peu plus de 4 900 pages ! Cette norme et les différentes versions sont consultables dans leurs intégralités sur le site officiel :

<http://medical.nema.org>.

Principe

Des modalités DICOM bien définies telles qu'un scanner, une IRM ou encore un PACS, vont traiter des objets DICOM (les images) en leur appliquant des services (affichage, copie, impression, etc.).

Objets DICOM

Qu'est-ce qu'un objet informatique ? Un objet est un conteneur symbolique qui possède sa propre existence et incorpore des informations et des mécanismes en rapport avec une chose tangible du monde réel, et qui sont traités dans un programme.⁶

Derrière cette définition un peu barbare, il faut concevoir un « objet » DICOM comme une encapsulation de données DICOM. Des mécanismes pourront ensuite être appliqués à cet objet. Ce dernier peut contenir un ou plusieurs autres objets.

Les données de l'objet sont appelées des champs DICOM ou encore des tags DICOM. Ces données seront par exemple une image au format .jpg, une vidéo au format AVI, une valeur de numéro unique d'examen, une valeur de numéro unique d'image, un IPP patient, une date de naissance, des informations sur les examens, etc.

6. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Objet_\(informatique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Objet_(informatique))

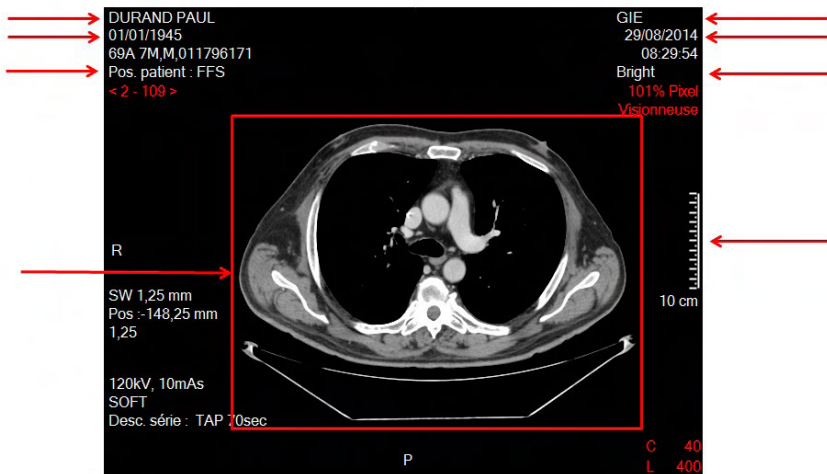
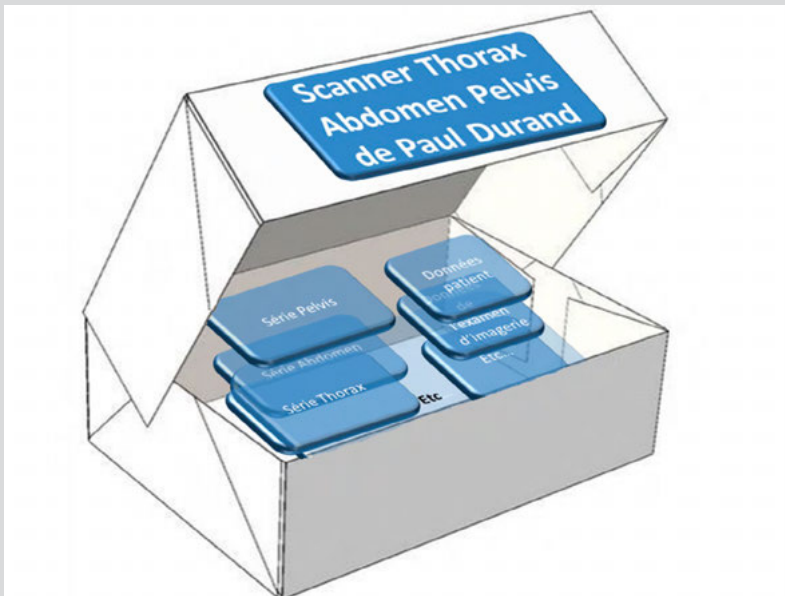


Image DICOM et objets associés

Comprendre simplement la notion d'objet DICOM

Prenons l'exemple, pour le patient Paul Durand, d'un scanner de 600 images composé de trois séries de 200 images chacune. Il s'agit d'une série par région anatomique scannée, soit une série du thorax, une de l'abdomen et une du pelvis. Considérons que cet examen est contenu dans une grosse boîte. Le libellé de l'examen « Scanner Thorax Abdomen Pelvis de Paul Durand » y est inscrit. Cette boîte représente un objet DICOM.

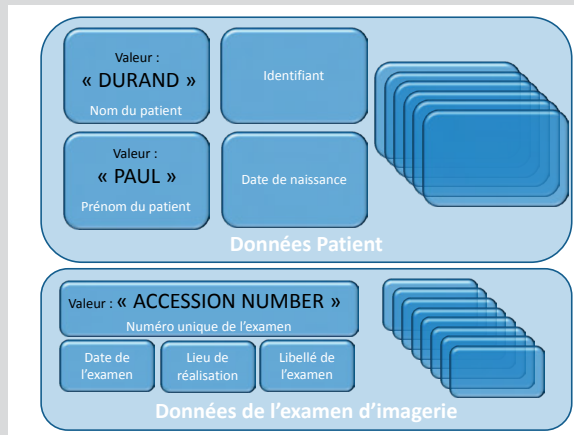
À l'ouverture, on y découvre d'autres boîtes : une intitulée « données patient », une autre « série Thorax », une « série abdominale », une « série pelvis », une « données de l'examen d'imagerie », etc.



Boîte « Scanner Thorax Abdomen Pelvis de Paul Durand »

À l'ouverture, la boîte « données patient » contient également d'autres boîtes : celles du nom, du prénom, de la date de naissance, etc. Ces mêmes contenants renfermeront des valeurs, à savoir « Durand » pour la boîte « nom » et « Paul » pour « prénom ».

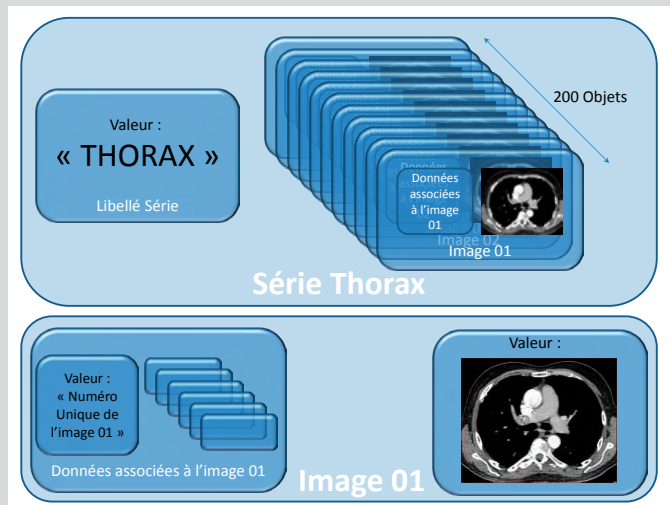
Dans la boîte « données de l'examen d'imagerie », nous trouverons les boîtes « numéro unique d'identification de l'examen », « date de l'examen », « libellé de l'examen », « lieu de réalisation de l'examen », ou encore « modalité d'imagerie utilisée ». Celle intitulée « numéro unique d'identification de l'examen » contient une valeur qui n'est autre que le numéro unique de l'examen (l'*accession number*).



Boîtes « données patient » et « données de l'examen d'imagerie »

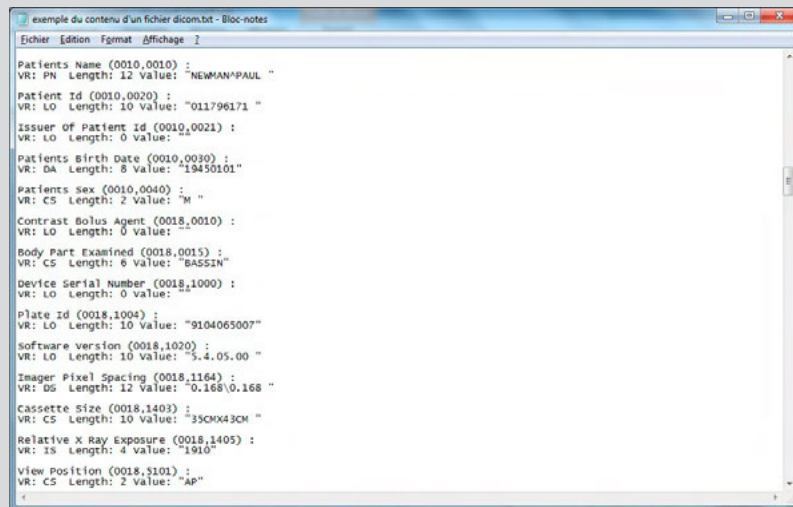
Enfin, la boîte « série Thorax », se décompose en une boîte « libellé de la série » contenant la valeur « Thorax », puis 200 boîtes libellées « image 001 », « image 002 », jusqu'à « image 200 ». Chacune des boîtes « images n » contient deux objets DICOM : une valeur « image » et un objet « données associées à l'image ». La valeur « image » est l'image réalisée en tant que telle. Il s'agit par exemple d'une image au format .jpg, compressée avec ou sans perte : le format « jpeg lossy »⁷ pour les images compressées avec pertes et le format « jpeg lossless » pour celles compressées sans perte. L'objet « données associées à l'image » contient entre autres la valeur « numéro unique de l'image ».

7. Plus d'informations sur le format d'image .jpg, ses dérivés et le comité jpeg : <http://www.jpeg.org>



Boîtes « série Thorax » et « image 01 »

La liste des valeurs associées à une image est visible dans le fichier D3, objet qui accompagne chaque image :



```
exemple du contenu d'un fichier dicom.txt - Bloc-notes
-----
Fichier [Edition] [Format] [Affichage] [ ]
-----
Patients Name (0010,0010) :
VR: PN Length: 12 Value: "NEWMAN^PAUL "
Patient Id (0010,0020) :
VR: LO Length: 10 Value: "011796171 "
Issuer Of Patient Id (0010,0021) :
VR: LO Length: 0 Value: ""
Patients Birth Date (0010,0030) :
VR: DA Length: 8 Value: "19450101"
Patients Sex (0010,0040) :
VR: CS Length: 2 Value: "M "
Contrast Bolus Agent (0018,0010) :
VR: LO Length: 0 Value: ""
Body Part Examined (0018,0015) :
VR: CS Length: 9 Value: "BASSIN"
Device Serial Number (0018,1000) :
VR: LO Length: 0 Value: ""
Plate Id (0018,1004) :
VR: LO Length: 10 Value: "9104065007"
Software version (0018,1020) :
VR: LO Length: 10 Value: "5.4.05.00 "
Imager Pixel Spacing (0018,1164) :
VR: DS Length: 12 Value: "0.168^0.168 "
Cassette Size (0018,1403) :
VR: CS Length: 10 Value: "35CMx43CM "
Relative X ray Exposure (0018,1405) :
VR: IS Length: 4 Value: "1910"
View Position (0018,5101) :
VR: CS Length: 2 Value: "AP"
```

Fichier D3

Services DICOM

Le traitement des objets DICOM se fait par l'application de mécanismes qu'on appelle des services. Nous présentons ici une série d'exemples de services DICOM nécessaires au transfert d'informations entre les modalités d'imagerie et les outils informatiques.

- Storage DICOM : copie d'images d'une modalité DICOM vers une autre, l'exemple le plus fréquent étant le transfert des images de la modalité d'acquisition vers le système d'archivage.
- Print DICOM : impression de films/images ; il s'agit du transfert d'informations d'une modalité DICOM vers une imprimante DICOM, comme un reprographe.
- Query/Retrieve DICOM : interrogation et rapatriement d'objets DICOM, à savoir un ou plusieurs examens, ou encore des séries d'examens pour afficher des images sur l'écran de l'ordinateur.
- C_Find DICOM : acquisition de la *worklist*, etc.

Comprendre les services DICOM

Reprenons l'exemple de l'objet DICOM Scanner Thorax Abdomen Pelvis de Paul Durand du paragraphe précédent et appliquons-lui différents services.

- Service Storage (par exemple rangement/copie) : nous demandons au scanner d'envoyer, au format DICOM, une copie de l'objet DICOM « Scanner Thorax Abdomen Pelvis de Paul Durand » qu'il vient de créer, à la destination système PACS de gestion des archives.
- Service Query/Retrieve : puis à partir d'un visualiseur d'images DICOM quelconque, installé sur un PC du réseau, nous appliquons le service de Query/Retrieve sur l'objet DICOM « Scanner Thorax Abdomen et Pelvis de Paul Durand » archivé sur le PACS. Pour cela, nous interrogeons, en langage DICOM, le PACS pour qu'il nous liste les examens disponibles en visualisation pour le patient Paul Durand : c'est le service « Query » (Questionnement). Le PACS répond en présentant à l'utilisateur la liste des examens d'imagerie archivés pour le patient sélectionné. Ensuite, nous choisissons dans la liste l'examen (l'objet DICOM) « Scanner Thorax Abdomen et Pelvis de Paul Durand » pour l'afficher sur notre écran : c'est le service « Retrieve ».
- Service Print : enfin, si nous souhaitons imprimer sur film une image du « Scanner Thorax Abdomen Pelvis de Paul Durand », nous appliquons un service « Print » à l'image affichée. Le reprographe destinataire comprendra le message et réalisera l'opération d'impression.

Identification DICOM

Pour traiter et échanger des objets, les modalités d'imagerie doivent impérativement discuter entre elles et se comprendre (standard DICOM). Elles doivent aussi se localiser logiquement sur le réseau. Par conséquent, chaque modalité possède trois informations de paramétrage indispensables à la communication. Nous pouvons comparer cette « localisation » aux informations nécessaires pour le courrier postal.

Tout comme une boîte aux lettres est dotée d'un nom, la modalité d'imagerie doit posséder un nom propre qu'on appelle un AET, soit *Application Entity Title*. Cette boîte aux lettres est située à une adresse précise ; de même pour la modalité qui est aussi localisée à une adresse précise et fixe du réseau informatique de l'établissement : il s'agit de l'adresse IP (*Internet Protocol*).

Enfin, la trappe de la boîte aux lettres doit être accessible et ouverte pour y glisser le courrier. Cela revient à dire ici qu'elle « autorise » le courrier à y être déposé par le facteur. De manière identique la modalité d'imagerie doit autoriser la communication des informations d'imagerie médicale. Pour cela, il faut que son port d'écoute soit ouvert. Un port d'écoute est un numéro logique qui permet de différencier les services auxquels on peut accéder.