

Interopérabilité en médecine : quand le contenu interroge le contenant et l'organisation

Jean Charlet*, Emmanuel Cordonnier† et Bernard Gibaud‡

* Mission de recherche en sciences et technologies médicales,
DPA/DSI/AP-HP
91 boulevard de l'Hôpital, 75634 Paris Cedex 13
jc@biomath.jussieu.fr

† E T I A M, Rennes
emmanuel.cordonnier@etiam.com

‡ Laboratoire IDM, Univ. Rennes 1
bernard.gibaud@chu-rennes.fr

Résumé

Dans ce document, nous allons nous intéresser à l'interopérabilité des systèmes d'information dans le domaine médical. Ces systèmes dont le champ d'action grandit, originellement limité à un même établissement de soins – hôpital ou clinique –, concernent maintenant des communautés de soins plus larges que sont les «réseaux de santé» qui s'étendent à la médecine de ville et impliquent l'ensemble des professionnels de santé pour une pathologie ou une situation donnée. Cette situation crée de nouvelles contraintes pour la mise en œuvre de ces larges systèmes d'informations réseaux – des systèmes d'information de santé –, en particulier au niveau d'un de leurs buts premiers qui est d'assurer l'interopérabilité des différents acteurs du réseau. Cette interopérabilité passe et doit passer par des standards qui se construisent lentement et s'imposeront encore plus lentement. Cette lenteur doit être vue comme nécessaire à la reconnaissance du bien fondé de ces standards et à leur acceptation. Cette acceptation étant, comme nous le verrons, très dépendante des contextes organisationnels et techniques des différents systèmes de soins et des systèmes d'information de santé sous-jacents. Enfin, nous concluons sur les perspectives de normalisation et de recherche en ingénierie des connaissances et dans le contexte du Web sémantique.

Mots-clés : interopérabilité, dossier médical, réseaux de soins, ingé-

nierie documentaire, XML, gestion des connaissances, ingénierie des connaissances.

1 INTRODUCTION

Dans ce document, nous allons nous intéresser à l'interopérabilité des Systèmes d'Information dans le domaine médical. Nous prendrons le point de vue de l'ingénierie des connaissances et essaierons de voir quels liens il y a entre les connaissances à représenter et le système d'information. Nous montrerons que des choix de représentation sous-tendent des modes différents d'appropriation des connaissances, des modes différents d'échanges et donc des spécifications différentes de l'interopérabilité.

Pour cela nous allons décrire 3 approches emblématiques de l'interopérabilité en santé : (a) une approche dite textuelle *centralisée* où l'information médicale est conservée dans son format d'élaboration, le texte (cf. § 2), (b) une approche normalisatrice où les données médicale sont échangées via des messages structurés typant fortement ces même données (cf. § 3) et (c) une approche « d'enveloppe » essayant de conserver les liens et la sémantique d'élaboration de l'information médicale (cf. § 4). Dans la section 5 nous essaierons de proposer une grille de lecture de ces approches et de relier les questions de ce qui ne semble que de la syntaxe à, d'abord des questions de sémantique et donc d'interopérabilité sémantique (cf. infra) et à, ensuite, des questions d'architecture informatique et des problématiques organisationnelles.

Auparavant, il est nécessaire de définir ce que nous entendons par interopérabilité. On peut trouver une première définition intéressante dans [7] :

Interopérabilité : *Faculté que possèdent des produits et des ensembles de produits informatiques hétérogènes de fonctionner conjointement. L'une des conditions fondamentales permettant la communication entre ordinateurs et logiciels hétérogènes est l'utilisation de langages et de protocoles communs. Possibilité de communication, d'exécution de programmes ou de transfert de données entre unités fonctionnelles différentes de manière que l'utilisateur n'ait que peu ou pas besoin de connaître les caractéristiques propres à chaque unité.*

Le meilleur exemple d'interopérabilité ce sont les protocoles qui gouvernent le fonctionnement d'Internet et qui permettent à des

ordinateurs utilisant des technologies et des systèmes d'exploitation différents d'échanger de l'information.

La médecine ne diffère pas d'autres secteurs professionnels pour l'échange de messages et cette définition s'y applique parfaitement. Comme pour les autres secteurs, il y a d'abord la syntaxe de l'échange, où l'on définit la nature, le type et surtout la structure des messages échangés. Le respect de cette syntaxe entre applications permet une *interopérabilité syntaxique*. Si l'on s'intéresse au contenu des messages, à la signification de ce qui est réellement échangé (quoi ? Quel type d'information ? ...) et qu'on essaie de créer les conditions pour que des applications échangent des informations qui ont le même sens aux deux extrémités de la chaîne, alors on crée les conditions d'une *interopérabilité sémantique* [8].

Munis de ces définitions, il nous est alors possible d'étudier les 3 approches sus-nommées proposées.

2 L'INFORMATION MÉDICALE ET SON CONTEXTE

2.1 La spécificité textuelle de l'information médicale

La plupart des expérimentations visant à informatiser le dossier médical du patient ont montré, par leurs échecs, que l'information médicale enregistrée dans des bases de données accessibles à distance conserve beaucoup moins bien ses caractéristiques contextuelles que l'information médicale supportée par le dossier papier qui reste dans son environnement d'origine. Une proposition consiste donc à considérer que la forme linguistique et documentaire d'un dossier patient telle qu'elle se constate dans l'hôpital ou la clinique n'est pas gratuite et contribue à déterminer le contenu médical de l'information véhiculée dans le dossier. Il est alors illusoire de vouloir répertorier les faits médicaux pertinents indépendamment du formatage linguistique et documentaire [2].

Ainsi, une information médicale n'a pas de sens médical par elle-même mais en fonction d'un contexte [5]. La langue naturelle et les genres textuels du dossier permettent d'exprimer l'information dans son contexte de création et de la proposer au praticien dans la forme qui permet l'interprétation ou la réinterprétation et la génération de nouveaux documents (p. ex. compte rendu de sortie). C'est pour cela que le dossier médical d'un patient n'est, en dehors des images, qu'une accumulation de textes comme des comptes

rendus ou des notes de suivi ou des résultats des examens complémentaires, sous des formes et avec des mises en page constantes. Pour conclure sur ce thème, il n'est possible de « servir » l'information médicale recherchée que dans le format documentaire pertinent et culturellement lisible et exploitable pour un utilisateur médical : *le document lui-même*.

2.2 XML et la représentation des connaissances médicales

Sans revenir sur la syntaxe de XML qui commence à être bien connue, il suffit de noter que c'est un langage de balisage qui satisfait un certain nombre des critères exprimés précédemment :

- XML permet de distinguer, pour un document, d'une part, sa structure et, d'autre part, son allure. La structure renvoie au fait que l'organisation du document n'est pas quelconque et qu'il faut par exemple distinguer un titre, un résumé et des sections. L'allure renvoie au fait que la structure du document ainsi que son contenu doivent être visualisés : par exemple, les titres sont en gras et centré et les sections en maigre et justifié.
- De plus, alors que les *balises* affectées aux éléments du texte par les logiciels de traitement de texte définissent des procédures (par exemple « mot à présenter en police Times, 12 points, gras, aligné à droite »...), les balises en XML sont des *balises descriptives de l'information* elle-même et permettent d'envisager des usages liés à la nature de cette information : identifier le mot comme renvoyant au concept de « diagnostics », identifier la liste des adresses URL auxquelles les liens hypertextes de ce mot renvoient (pour p. ex. pointer sur des guides de bonne pratique au sujet de ce diagnostic ou faire des substitutions sémantiques de mots ayant la même signification), afficher la date de modification de chacun des éléments du texte, etc.
- XML permet de définir la nature et la structure de *balises* qui peuvent être insérées dans un document. Ces balises délimitent des *éléments* du document, donc permettent de catégoriser des segments du document tels que le titre de la section, le paragraphe ou, dans une optique nous intéressant davantage, le nom d'une personne (patient, médecin)

ou un *diagnostic*. Ce balisage ne modifie pas le document et ne pré-sage en rien de son usage¹. Ceci dit, pour ce qui nous intéresse, le fait de repérer un diagnostic permet d'envisager des usages tels que proposer des codes correspondant à ce diagnostic ou proposer des liens vers des protocoles de soins liés à ce diagnostic, etc. L'ensemble des *balises* autorisées pour une classe de documents est spécifié dans une *Définition de type de document* ou DTD.

- Enfin, le document représenté en XML peut contenir, en sus du texte lui-même, des méta-données qui renseignent sur les conditions de création du document, son contexte d'élaboration, etc., toute information que l'on peut juger nécessaire à la compréhension du contexte dans lequel le document s'insère. La figure 1 montre un exemple de compte rendu de radiologie balisé en XML.

2.3 Le projet HOSPITEXTE

Le dossier patient est un hyperdocument (textes, images, graphiques, etc.) capitalisant les informations et connaissances relatives à un patient. La notion classique de dossier physique unique réunissant l'ensemble des informations nécessaires au suivi du patient est largement un mythe : les informations sont extrêmement nombreuses, sur des supports variés (papiers, images, données numériques, etc.), dans des lieux différents (unités de soins, laboratoires et même hôpitaux différents). Le dossier médical est, en chaque lieu, incomplet. Il devient difficile à gérer et difficile à transmettre. L'informatique doit permettre de répondre à la demande médicale : accéder aux informations, rapidement, facilement et de façon fiable dans l'ensemble des endroits et circonstances où elles sont nécessaires à la décision.

L'approche proposée dans le projet HOSPITEXTE consiste à dématérialiser le dossier en adoptant une conception Intranet de la circulation des informations relatives au patient et une conception hypertextuelle de l'accès à l'information [18]. Une consultation hypertextuelle est une navigation correspondant à la construction d'une lecture du dossier répondant à un objectif

1. XML est, comme SGML, un méta-langage permettant de décrire le nom de *balises* autorisées et leur hiérarchie d'apparition, leur grammaire. De ce point de vue, HTML, dont les balises sont prédéterminées est un langage qui peut d'ailleurs être indifféremment décrit en SGML ou XML.

```

<?XML version="1.0" ?>
<?XML:stylesheet type="text/XSL" href="cr-radio.xsl" ?>
<CR-RADIOLOGIE>
  <ENTETE>
    <INFORMATION-SERVICE>
      <HOPITAL>Groupe hospitalier Léonard Devintscie</HOPITAL>
      <SERVICE>Radiologie Centrale</SERVICE>
      <MEDECIN>Dr. Bouaud</MEDECIN>
      <TITRE-EXAMEN>Phlébographie des membres inférieurs</TITRE-EXAMEN>
    </INFORMATION-SERVICE>
    <INFORMATION-DEMANDE>
      <SERVICE>Sce Pr. Charlet</SERVICE>
      <MEDECIN>Dr. Brunie</MEDECIN>
      <DATE>29-10-99</DATE>
    </INFORMATION-DEMANDE>
    <INFORMATION-PATIENT ID="236784020">
      <NOM>Donald</NOM>
      <PRENOM>Duck</PRENOM>
    </INFORMATION-PATIENT>
  </ENTETE>
  <BODY>
    <INDICATION>Suspicion de phlébite de jambe gauche</INDICATION>
    <TECHNIQUE>Ponction bilatérale d'une veine du dos du pied et injection
    de 180cc de produit de contraste</TECHNIQUE>
    <RESULTATS>1 image lacunaire endoluminale visible au niveau
    des veines péronières gauche. Absence d'opacification
    des veines tibiales antérieures et postérieures gauches.
    Les veines iliaques et la veine cave inférieure sont libres.
    </RESULTATS>
    <CONCLUSION><ETATPATH code="I80">Trombophlébite</ETATPATH> péronière
    et probablement tibiale antérieure et postérieure gauche.
    </CONCLUSION>
  </BODY>
</CR-RADIOLOGIE>

```

FIG. 1 – *Un compte rendu de radiologie en XML*

de lecture initial – *e.g.* recherche des allergies dans la consultation dans l'hyperdocument hospitalier qu'est le dossier patient [16]. Le problème est donc de rendre possible cette lecture alors que le dossier n'en propose aucune par lui-même, mais offre une infinité de parcours virtuels possibles (problème de la désorientation). Les réflexions rapidement développées en 2.1 (voir aussi [5]) amènent à proposer un dossier patient informatisé qui «sert» les documents suivants :

- les documents « originaux », c'est-à-dire ceux existant actuellement dans le dossier papier ; ce sont donc les comptes rendus, les résultats d'exams, etc. ;
- les documents « de navigation », qui correspondent à des écrans propo-

sés à l'utilisateur pour lui permettre de se rendre à un point particulier du dossier ; ce sont par exemple des tables de matières, ou des listes chronologiques de documents, où « cliquer » sur un élément de la liste permet de visualiser le contenu associé à cet élément ;

- les documents « de lecture », qui correspondent aux annotations que l'utilisateur a effectuées au cours de sa navigation et qui représentent ce que le lecteur a retenu de son investigation ; c'est le contenu de sa lecture ; par exemple, cela pourra être la liste des facteurs de risque pour une pathologie donnée.

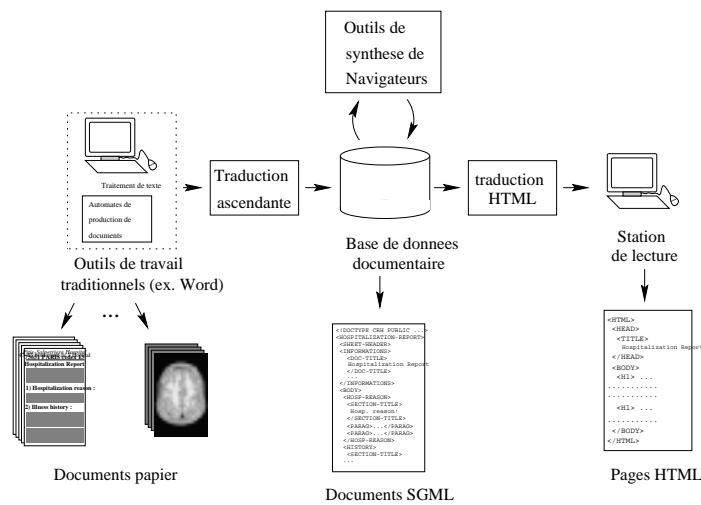


FIG. 2 – Architecture du système HOSPITEXTE.

Un prototype du système HOSPITEXTE, implémentant ces principes, a été développé au SIM [3]. Ce prototype correspond à la mise en place d'une chaîne de traitement documentaire permettant de passer des documents originaux (comptes rendus, résultats d'examens, etc.) sous format électronique à un dossier patient informatisé consultable sur le Web. La figure 2 donne l'architecture du prototype. Les documents sont produits par les outils usuels de l'hôpital, essentiellement des traitements de texte et des automates. Ces

documents ont des formats « propriétaires » qu'il faut traduire en SGML². Cette étape est la « traduction ascendante », marquant le fait que l'on passe d'un marquage physique de formatage à un marquage logique de structure. Les documents SGML sont alors gérés dans un système de gestion de base de données (SGBD). Les documents de synthèse générés *a posteriori* sont aussi inclus dans le SGBD. Enfin, les documents SGML sont tous traduits en HTML pour être lus sur un *navigateur*. Ce prototype est opérationnel et aboutit à des dossiers patients générés par une chaîne de « dématérialisation » entièrement automatique³.

Un des apports principaux – et médical – de ce travail a été la définition d'une typologie documentaire de tous les documents constituant un dossier de pneumologie. Cela s'est traduit par la définition d'une cinquantaine de DTD décrivant la structuration de la plupart des documents constituant les dossiers. Les dossiers médicaux de 10 patients ont ainsi été traités et ils forment un ensemble de plus de 2 000 documents. Pour des raisons trop longues à développer ici, HOSPITEXTE n'est pas en cours de validation à l'AP-HP. En revanche, il sert de base technologique à un projet auquel nous participons – HTSC, <<http://www.laria.u-picardie.fr/Equipes/ic/htsc/>> – de développement d'un dossier médical hypertextuel à l'hôpital d'Amiens, dans un premier temps au service de néonatalogie.

Cette approche n'est pas unique en son genre, Frénot *et al.* [10] et le HL7 (cf. section 3.2) intègrent des réflexions de ce type dans un contexte de communication et d'échange de données médicales.

3 DE L'ÉCHANGE DE DONNÉES

3.1 XML et l'EDI

L'activité de normalisation autour de XML, s'est rapidement focalisée sur le transport de données informatisées. En termes de normes, il existait jusque-là dans ce domaine, la norme EDIFACT qui prenait en charge, comme son

2. Nous avons parlé jusqu'ici de la norme XML. Pendant la description du projet HOSPITEXTE et d'autres, nous parlerons de SGML [6] car c'est précisément ce dernier langage qui a été utilisé. Mais l'un comme l'autre servent les mêmes desseins dans ce projet et sont interchangeables dans notre propos. Par ailleurs, des expérimentations ont déjà été menées avec XML/XSL et sont décrites dans [4].

3. Un extrait d'un dossier patient anonymisé est disponible à <http://www.biomath.jussieu.fr/hospibin/patients.tcl>.

nom l'indique, l'échange et le transport de données informatisées, de l'envoi à la réception, en passant par les différentes vérifications d'intégrité des messages.

Dans ce contexte, XML est utilisé pour sa capacité à encoder des messages structurés et normalisés. On peut résumer en deux points principaux les avantages d'une mise en œuvre des concepts de l'EDI avec XML plutôt qu'EDIFACT :

- La structure du message est déclarée à l'extérieur des programmes qui vont la décoder, dans la DTD, et un programme simple (un *parser*) peut vérifier la conformité de la structure du message à cette DTD – *i.e.* la spécification. Cette déclaration de la spécification à l'extérieur du programme qui s'en sert – *i.e.* la *programmation déclarative* – permet une évolutivité plus grande des structures de messages qui sont ainsi plus facilement modifiables ;
- Il est possible de déclarer une structure de message générique respectant une DTD, puis, sur cette même base, des structures plus spécialisées pour des besoins plus précis. Ce point recouvre en pratique deux propriétés différentes, (1) le fait qu'un document puisse respecter une DTD qui ne spécifie pas toute sa grammaire puis une autre DTD, plus précise, la spécifiant complètement ou (2) la possibilité d'utiliser les *formes architecturales* standardisées par HYTIME [12] pour spécifier le niveau logique de certaines sections comme on le fait, par exemple, avec *section* ou *subsection* en L^AT_EX⁴.

Ceci dit, il ne faut pas croire que XML utilisé ici résout tout : c'est ici un langage qui permet de fournir de façon déclarative des structures de messages. Il ne préjuge en rien du transport de ce message, de la sécurité de ce transport, ou même de l'intégrité du message⁵. La figure 3 présente un extrait de la DTD MEDDOS de transport de tout ou partie d'un dossier médical. On voit rapidement que de telles DTD ne servent qu'à spécifier – ce qui est en soit important – le type et la structure de données échangées. Ici, comme ailleurs, XML est un langage de description mais des choix de représentation

4. Si les formes architecturales HYTIME nous sont très utiles comme nous le verrons plus loin dans le chapitre, Il n'est pas évident que la norme perdure au sein des langages XML. Les spécifications des *schémas* XML peuvent jouer le même rôle par rapport à l'usage que nous en faisons mais nous ne développerons pas ce problème ici.

5. Nous verrons section 4 que pour ce faire, des protocoles comme SOAP ont été défini. Ils sont eux-aussi, dans la philosophie des langages de la «galaxie» XML, décrits en XML.

– que l'on peut qualifier de «sémantiques» au regard des problèmes de syntaxe XML – doivent être faits : Qu'est-ce qu'un élément de dossier médical ? Quel en est l'auteur ? Quel contexte transporte-t-on ? Quelle compréhension doit en avoir le récepteur ?

```

<!ELEMENT MEDDOS (MESSAGE_MEDDOS, EXPEDITEUR, DESTINATAIRE, PATIENT)>
<!ELEMENT MESSAGE_MEDDOS EMPTY>
<!ATTLIST MESSAGE_MEDDOS
  local_id ID #IMPLIED
  identification_emetteur CDATA #FIXED "05"
  identifiant_recepteur CDATA #FIXED "01"
  date_heure_de_preparation CDATA #REQUIRED
  meddos_count CDATA #REQUIRED
  type_du_message CDATA #FIXED "MEDDOS"
  num_version CDATA #FIXED "962"
  num_revision_version CDATA #FIXED "1"
  agence_de_controle CDATA #FIXED "PR"
  nom_du_message CDATA #FIXED "dossier médical"
>
<!ELEMENT EXPEDITEUR EMPTY>
<!ATTLIST EXPEDITEUR
  message_local_id ID #IMPLIED
  signid CDATA #REQUIRED
  profid CDATA #REQUIRED
  active_flag CDATA #IMPLIED
  meddos_conid CDATA #REQUIRED
  orgid CDATA #IMPLIED
  nom CDATA #REQUIRED
  prenom CDATA #IMPLIED
  title CDATA #IMPLIED
  adress1 CDATA #IMPLIED
  adress2 CDATA #IMPLIED
  adress3 CDATA #IMPLIED
  ville CDATA #IMPLIED
  codepost CDATA #IMPLIED
  tell CDATA #IMPLIED
  tel2 CDATA #IMPLIED
  fax CDATA #IMPLIED
  email CDATA #IMPLIED
>

```

FIG. 3 – Un extrait de la DTD MEDDOS de transport de tout ou partie d'un dossier médical. Le message MEDDOS a été conçu durant le projet européen PROMPT. Originellement implémenté en EDIFACT, il a été ensuite porté en XML en 1998 par ICSF <<http://www.icsf.fr>>.

3.2 HL7/CDA : a «Clinical Document Architecture»

À l'intersection de réflexions sur la représentation des connaissances médicales (*cf.* section 2) et sur l'échange de données cliniques (*cf.* section 3.1), un groupe de réflexion spécifique au sein du HL7 XML *Special Interest Group*⁶, le *Kona Group*, a fait des propositions d'architectures de dossier médical utilisant XML et intégrant à la fois la représentation des connaissances et le transport de données. Cela se traduit maintenant par une proposition d'architecture de référence (*the Clinical Document Architecture – CDA – [11]*) qui tire parti des propriétés de XML pour organiser les informations médicales en trois niveaux de spécificité (*cf.* figure 4) :

Coded Header, un niveau de documents repérées de façon unique grâce aux informations enregistrées dans le *header* (nom, identifiant, etc.) sans contrainte sur le contenu textuel ;

Coded Context, un niveau de spécificité plus fin, respectant les mêmes *headers* que le niveau précédent mais avec un contenu textuel organisé logiquement (*a minima* sections) ; permet p. ex. une organisation des documents selon les nécessités (raisonnement, administratives, etc.) ;

Coded Content, un niveau de découpage permettant de structurer de façon détaillée (*cf.* section 5.2) des informations médicales en s'appuyant pour cela sur le *Reference Information Model* (RIM). Le RIM présente une vue consistante des données à échanger et permet de construire des messages que pourront s'échanger différents applicatifs.

Ceci posé, cette architecture veut respecter un certain nombre de principes :

- architecture XML multi-niveaux ;
- respect des formes architecturales. Comme pour HOSPITEXTE [3], le recours aux formes architecturales standardisées par HyTime [12] semble obligatoire si l'on veut pouvoir organiser correctement les informations médicales liées à un patient ;

6. Le HL7 ou *Health Level 7* est un organisme qui propose des spécifications de messages pour la communication entre applicatifs dans le domaine de l'informatique médicale. C'est en pratique le seul qui compte au niveau des États-Unis. Il est un des interlocuteurs privilégiés du CEN C251, l'organisme européen en charge de l'élaboration des normes dans le domaine de l'informatique médicale <<http://www.centc251.org>>.

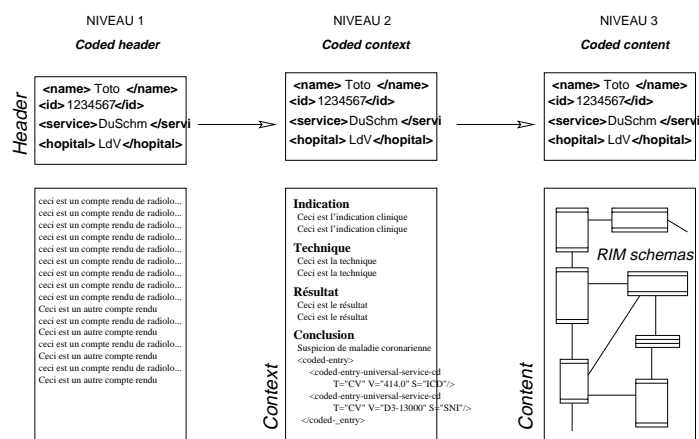


FIG. 4 – Schéma de la Clinical Document Architecture

- fonctions d’organisation, enregistrement, management, agrégation des documents requises à tous les niveaux ;
- nécessité pour chaque institution de développer des DTD correspondant à ses propres usages (les schémas et/ou DTD d’échanges ne *sont pas* adéquats à l’enregistrement des informations) en respectant les formes architecturales des niveaux concernés. Ce principe est signalé pour bien montrer que l’on conserve, édite, élabore des documents pour un usage précis lié au travail et qu’on en édite d’autres destinés à gérer la communication. Cela n’empêcherait pas d’envoyer un document sous sa forme locale à un interlocuteur mais à condition que ce dernier en comprenne la sémantique et soit donc capable de le lire⁷.

Ces principes sont évidemment garants de l’utilisabilité et de la généricité d’une telle architecture. Le dernier niveau, *Coded Content*, fait directement référence au *Reference Information Model* qui correspond à une normalisation de l’information à communiquer. Ce modèle est, dans sa dernière version

7. On peut imaginer que des institutions se mettent d’accord pour développer des DTD de représentation communes mais on sort là de la problématique de l’interopérabilité puisque les interlocuteurs se mettent dans ce cas dans des conditions homogènes. Situation anecdotique dans un paysage par définition hétérogène.

en cours de développement (3.0), décrit en UML et est développé en collaboration avec le CEN TC251 en essayant de faire converger le *Reference Information Model* avec la prénorme européenne sur l'architecture des dossiers informatisés communicants (ENV 13606, appelée maintenant EHRCOM).

4 UN STANDARD D'ENVELOPPE

4.1 Contexte de la proposition

EbXML [6], proposé par le consortium d'industriels de l'informatique et des télécommunication OASIS (*Organization for the Advancement of Structured Information Standards*) et l'UN/CEFACT (*United Nations Center For Trade Facilitation and Electronic business*), vise à définir un format universel d'échange de messages dans le cadre du commerce électronique au sens large. Il intègre depuis peu le format d'échanges SOAP – *Simple Object Access Protocol* <<http://www.ebxml.org>>. Le message ebXML a alors la structure suivante, basée sur le concept d'enveloppe (cf. fig. 5) : (a) une *en-tête* renseignant les caractéristiques d'expéditeur, de destinataire, de routage, etc., (b) un *bordereau* fournissant la liste des documents envoyés et (c) les documents eux-mêmes.

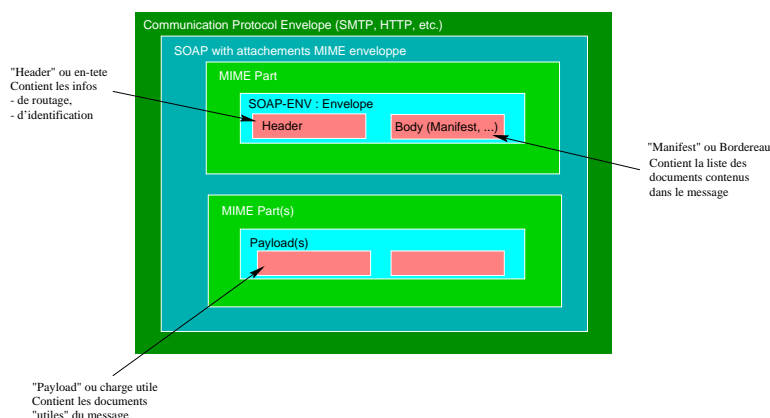


FIG. 5 – Structure d'un message ebXML (version 0.98b du 13 mars 2001)

L'objectif du GT11 (groupe de travail 11 au sein d'EDISANTÉ⁸) est d'émettre des propositions techniques sur un format générique d'échange de données médicales, de les expérimenter dans le cadre de démonstrations, et de les promouvoir au sein des organismes ad hoc. L'approche proposée par le GT11 est pragmatique, en ne faisant que créer des passerelles entre les standards existants ou émergents, et en appliquant sur un standard générique (ebXML) les éléments spécifiques à la santé issus du CEN ou d'HL7 et DICOM⁹.

Les propositions du GT11 portent sur une structure permettant de transporter des données et des documents hétérogènes mais avec des informations associées à ce transport, renseignant sur la finalité du message et son contenu, et en permettant la gestion et le traitement – c'est le concept d'enveloppe. Ce pré-standard ne porte donc pas sur d'autres sujets à savoir : (a) une structure de dossier patient, (b) les protocoles de partage de données médicales (l'échange supposant un «transfert» d'une copie de l'information d'un acteur à un autre acteur, le partage supposant un accès de deux acteurs à la même copie de l'information) et (c) le contenu lui-même des échanges de données administratives ou non médicales.

4.2 La notion d'enveloppe d'échange médical

Il a donc été introduit la notion d'enveloppe d'échange médical (cf. fig 6). Ce concept rejoint totalement le concept récent d'enveloppe ebXML, défini dans le cadre beaucoup plus général des échanges sur Internet pour le commerce électronique (cf. section 4.1). Il s'en différencie par deux points principaux :

Le patient comme unique objet de la transaction. Un tel échange ne saurait être anonyme du point de vue du couple émetteur-récepteur. Il concerne donc un émetteur et un destinataire, qui tous deux sont impliqués et responsabilisés dans l'échange. Le seul moyen de permettre à un émetteur de signer un envoi réservé à un récepteur précis, concernant un patient qui a le droit d'exiger d'en connaître le contenu, aboutit

8. La mission d'EDISANTÉ est de faire des propositions qui rassemblent les acteurs significatifs du domaine (utilisateurs, industriels...) et de les soumettre aux instances de normalisation. Son domaine d'intervention concerne les formats d'échanges de documents électroniques dans le domaine de la santé <<http://www.edisante.org>>.

9. DICOM est une norme qui définit une méthode de communication pour les différents équipements d'imagerie médicale numérique. DICOM s'intéresse depuis déjà de nombreuses années à l'échange de documents médicaux multimédia, au delà de son champ d'intérêt initial qui était celui de l'imagerie biomédicale.

à une structure nécessairement unique pour le triplet {émetteur, récepteur, patient}. La seule réserve est la notion de destinataires multiples (y compris les aspects de délégation) mais il convient dans ce cas de savoir gérer les avis de remise de manière différente pour chacun de ceux-ci (traçabilité).

Le caractère multimédia des informations transportées. Une analyse de l'existant fait apparaître clairement l'existence chez la majorité des acteurs de santé de sources multiples d'informations concernant un même patient. Ces informations médicales ne sont pas nécessairement liées entre elles, notamment sur le plan informatique, et se présentent sous des formes et sur des supports divers (*cf.* fig 6) :

- base(s) de données patient «communes» ou «de spécialité(s)»,
- document textuel saisi au moyen d'un logiciel de traitement de texte en dehors du logiciel de dossier patient,
- document numérique reçu de l'extérieur mais non intégré dans la base de données,
- document textuel numérisé et non intégré,
- image produite de manière numérique,
- image analogique (film, support papier, vidéo), numérisée,
- commentaire vocal,
- signal physiologique.

Si ces informations ne sont pas toujours gérées de manière centralisée chez l'émetteur, il peut être fondamental de les réunir à l'occasion d'un échange avec un autre acteur de santé, qui, lui, saura éventuellement les intégrer dans sa base de données. Même sans lien informatique structuré, le fait de les envoyer ensemble a un sens sur le plan médical, par rapport au contexte précis de l'échange. Sur le plan de la traçabilité de l'échange, il est donc fondamental pour l'émetteur et le récepteur de pouvoir prouver que ces informations ont été transmises ensemble.

5 COMPARAISON DES APPROCHES

Les approches développées précédemment ont des implications différentes en termes d'organisation du transfert de l'information, d'organisation des

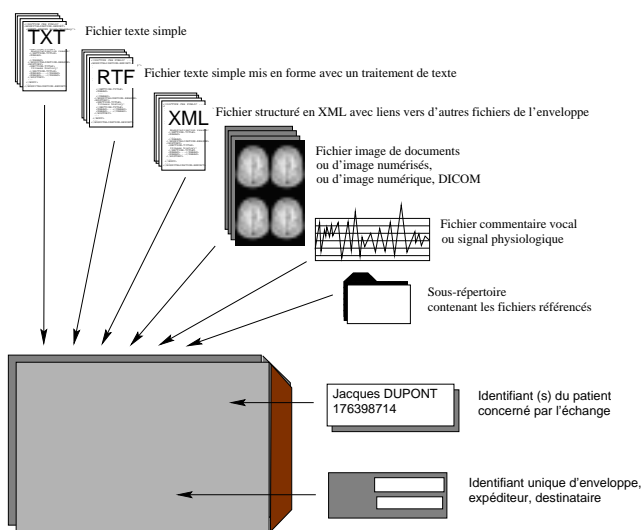


FIG. 6 – Principes du contenu de l'enveloppe d'échange

communautés de travail et finalement du SI sous-tendant ces organisations.

5.1 Une information textuelle disponible sur un serveur Web.

Une approche à la HOSPITEXTE telle que décrite section 2.3 est souvent dite *centralisée* dans la mesure où l'information est, *a priori*, disponible en un seul endroit, sans redondance, même si l'ensemble de l'information concernant un patient est répartie dans l'ensemble des lieux où l'a amené sa *trajectoire de soins*.

Vis-à-vis de la technique, une approche fondée sur l'hypertexte et les langages HTML/XML se prête particulièrement bien à des accès via le Web puisque respectant les bases même de la «philosophie» du Web comme ses normes informatiques et ses protocoles d'échanges.

Si les considérations de sécurité et de confidentialité peuvent être satisfaites dans le domaine médical¹⁰, elles ne satisfont pourtant pas la demande

10. Les cartes de professionnels de santé (CPS), les cartes SESAM-VITALE, les *tiers de*

de sécurité des professionnels comme des patients : le Web développe chez les utilisateurs un sentiment d'insécurité qui semble le rendre inapte à stocker des informations de santé nominatives. Ce sentiment n'est pas une donnée réelle de la sécurité sur le Web que beaucoup de développements tendent à augmenter mais une donnée objective de la perception des patients comme de certains usagers professionnels¹¹ Vis-à-vis des patients, les récentes expériences sur des dossiers médicaux partagés semblent converger vers l'idée que si il n'est pas acceptable de « voir » sur le Web des données fortement médicales comme des comptes rendus d'hospitalisation, des données moins « sensibles » correspondant à des prescriptions, des habitudes alimentaires, etc., provoquent moins de réticences. Ce serait l'avènement du « carnet de santé » au détriment du dossier médical¹².

Vis-à-vis des communautés professionnelles – e.g. médicales – le partage d'une information centralisée à l'extérieur de la communauté ne semble pas se développer même s'il faut être prudent quand on fait des prédictions de ce type. Dans cette situation, la question est en fait de spécifier quelle est l'étendue de cette communauté, d'un point de vue organisationnel. Au sein d'un grand hôpital, cette volonté de partage peut être limitée à un seul service. Les *réseaux de santé*, entités médicales suscitées et créées pour favoriser le développement de communauté de professionnels autour d'un patient ou d'une entité mère/enfant dans le cadre des réseaux de périnatalité, se bâtissent sur le sentiment d'appartenir effectivement à une même communauté de soins. Dans ce cas, le partage d'une information centralisée est envisagé et parfois réalisé. *A contrario*, l'hétérogénéité des équipements et des accès au Web des membres d'une telle communauté est parfois un obstacle technique à cet accès centralisé.

Ainsi, ce que la technique permet théoriquement peut être freiné par la

confiance stockant les numéros d'identifiant des patients concourent à la mise en œuvre de normes de sécurité spécifiques à la médecine, en dehors des processus de cryptologie maintenant adoptés par tous. On lira sur ce sujet, plus compliqué qu'il ne semble au premier abord, des propositions d'architectures et de protocoles de sécurisation adaptés à la médecine [15, 19]

11. Ceci dit et quel que soit le mode de communication de l'information, le problème de la responsabilité liée à l'administration de données qui sont partagées entre différentes institutions de soins n'est pas résolu actuellement. On peut imaginer, au sein d'un réseau, que ce sera l'identité juridique représentant le réseau qui sera responsable mais encore faut-il que ce soit une solution acceptable.

12. Le projet P2VIE – prévention et prise en charge du vieillissement par l'information électronique – du réseau national de technologie en santé (RNTS) teste justement cette approche de carnet de santé <<http://www.p2vie.org>>.

mise en œuvre pratique ou, plus «sûrement», par la volonté des organisations.

5.2 La normalisation de l'information *versus* normalisation des messages.

Le modèle décrit section 3 est très normalisateur. Dans la première approche proposée (*cf.* section 3.1), XML est utilisé dans sa capacité à proposer une syntaxe de structuration de message. C'est le même principe qui est utilisé dans l'approche de normalisation européenne du CEN TC251. La philosophie semble en être : «puisque'il est difficile, voire impossible, de se mettre d'accord sur une norme de dossier, ne proposons que de "bons" principes d'architecture¹³ et focalisons-nous sur les normes d'échange».

Cette position est maintenue encore plus fermement dans l'approche de HL7 (*cf.* section 3.2) dans une volonté d'intégration qui se traduit, dans la *Clinical Document Architecture*, par une complète dichotomie dans les principes comme dans la réalité entre le modèle du dossier médical et les modèles d'échanges¹⁴. Par rapport aux échanges, le CEN TC251 et HL7 tentent de travailler de concert à la normalisation des échanges. Par rapport au dossier médical, la situation est plus complexe qu'il n'y paraît : d'un côté, le niveau 2 de la *Clinical Document Architecture* est très proche des principes de HOS-PITEXTE et nous semble respecter une tendance de fond en système d'information hospitalier dans la mesure où l'architecture ne pose aucun problème de mise en œuvre informatique ; d'un autre côté, celui des échanges, «l'alimentation» du niveau 3, le *reference Information Model* pour construire les messages est passée sous silence ; et ce silence est révélateur des difficultés qu'il y a et qu'il y aura à passer du niveau 2 au niveau 3. Les solutions sont à chercher du côté des approches ontologiques et de travaux en traitement du langage médical (*cf.* section 6.1).

Enfin et puisque'on essaie ici de normaliser tous les objets où les champs échangés (*cf.* figure 3), la norme telle qu'elle se met au point au CEN TC251 – ENV 13606, vol. 1 à 4 – est copieuse et complexe.

13. Ces principes font aussi l'objet de travaux de normalisation au niveau du CEN TC251 mais ne seront pas développés ici.

14. Comme le traduit bien le principe : «Nécessité pour chaque institution de développer des DTD correspondant à ses propres usages (les schémas et/ou DTD d'échanges ne *sont pas* adéquats à l'enregistrement des informations)». Seule l'utilisation du langage XML qui montre là toute ses potentialités peut laisser croire au lecteur distrait qu'il y a des liens structurels évidents.

5.2.1 L'échange d'extraits de dossier multimédia.

L'approche fondée sur une enveloppe (*cf.* section 4) est obligatoirement normalisatrice sur les conditions de l'échange, l'expéditeur, le destinataire, les conditions de routage, etc. Elle suit en cela les recommandations ebXML enrichies de prescriptions spécifiques à la santé.

En revanche, elle est beaucoup moins normalisatrice sur le contenu transporté par l'enveloppe si l'on se place du point de vue de la syntaxe et du type des objets transportés. Si l'on s'intéresse à la sémantique de l'échange, on voit apparaître, comme pour le projet HOSPITEXTE, la sémantique des relations qu'entretiennent les objets, souvent des documents, entre eux : de la même façon que l'informatique permet de créer de nouveaux documents de « navigation » ou de « lecture » (*cf.* section 2.3), elle permet de créer et de matérialiser par des liens de nouvelles proximités entre documents. Ainsi, des documents envoyés « ensemble » dans une enveloppe ont un sens qu'ils n'auraient pas séparés.

Si elle est évidemment toujours présente, la normalisation sur les contenus se fait ici *a posteriori*, au regard d'une normalisation *a priori* dont est porteur l'approche précédente. Enfin, il est à noter que l'approche enveloppe n'est pas incompatible avec l'approche précédente dans la mesure où rien n'empêche de respecter, au sein de l'enveloppe, les labels et les structures d'un certain nombre de champs normalisés¹⁵.

6 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

6.1 De l'interopérabilité sémantique

Tout système d'information, a fortiori dans le domaine de la santé – *i.e.* système d'information de santé ou SIS –, manipule des objets formels. Ces objets sont répertoriés au sein de référentiels et sont le *vocabulaire* du SI. Dans un domaine comme la santé et si on essaie de manipuler des objets correspondant à des activités de soins – *e.g. signes, syndromes, diagnostics* – on se retrouve rapidement à organiser des *vocabulaires* gigantesques comportant pour certains plusieurs centaines de milliers de mots. Ces vocabulaires sont alors organisés en hiérarchies, spécialité par spécialité, sous forme de

15. Cette comptabilité potentielle semble bien comprise par le HL7 qui étudie maintenant ebXML et SOAP pour ses échanges de messages.

thésaurus de spécialité. Les plus connus sont UMLS (*Unified Medical Language System*), la SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine), le MeSH (Medical Subject heading) et la CIM-10 (classification internationale des maladies, version 10).

Le problème de ces thésaurus ou classifications est qu'ils n'ont pas été élaborés dans le but de fournir un référentiel pour un système d'information : UMLS comme le MeSH ont été par exemple élaborés à des visées d'indexation ; la CIM-10 sert et évolue en particulier comme vocabulaire de codage du système PMSI. Mais tous souffrent d'une sémantique peu claire, de définitions non partagées par les auteurs, etc., en bref de leur incapacité à assurer une réelle interopérabilité sémantique en SIS.

À ce niveau – sémantique des objets conceptuels – l'ingénierie des connaissances propose des méthodes pour construire des systèmes de classification conceptuelle à même de fournir les référentiels dont ont besoin les SIS. Ces méthodes permettent l'élaboration d'ontologies de spécialités à partir de corpus (par exemple des comptes rendus du domaine). Elles sont fondées sur un certain nombre de principes épistémologiques et pragmatiques qui les rendent robustes et efficaces [1]. Ces mêmes ontologies permettent de représenter les thésaurus de spécialités et d'assurer ainsi le lien entre le formel – les ontologies comme référentiels du SIS – et le contextuel – typiquement les textes médicaux et autres comptes rendus.

Des approches comme le système MENELAS [20], comme GALEN [17] ou comme une expérience en réanimation chirurgicale [14] ont montré les difficultés mais la faisabilité des méthodes proposées.

Avec les problèmes de normalisation des syntaxes d'échanges, on a là les deux clés de l'interopérabilité : respecter les mêmes syntaxes pour pouvoir communiquer – normes XML, SOAP, ebXML, c'est *l'interopérabilité syntaxique* – et donner le même sens aux mots – *via* les ontologies – pour échanger des informations qui aient un contenu compréhensible par tous (humains et « machine ») et identique [21]. Ce sont les conditions de *l'interopérabilité sémantique* tant recherchée.

6.2 Du Web sémantique

Le Web sémantique est un sujet à la mode mais ce n'est pas que cela et, dans le contexte médical, réfléchir aux conditions de coopération d'êtres humains avec des agents logiciels ou d'agents logiciels entre eux – le «but» du Web sémantique défini par T. Berners-Lee – permet d'avoir une vue globale

et prospective des problèmes qui se posent et des directions de recherche pour les résoudre de façon, justement, globale¹⁶.

Ainsi, en médecine et par rapport au Web sémantique, Ce sont évidemment les questions d'interopérabilité qui sont prégnantes ici, augmentées de la question des services Web :

L'interopérabilité syntaxique. La question ici est l'hétérogénéité de représentation. Même si des progrès sont à attendre des actions de normalisation du Web sémantique autour d'une représentation des ontologies respectant le langage OWL, on ne peut espérer qu'elles soient partageables à très grande échelle, sauf cas spécifiques, et il sera nécessaire de mettre en place des traducteurs entre les différents langages.

L'interopérabilité sémantique et l'approche médiateurs. Comme nous venons de le voir (*cf.* § 6.1), l'interopérabilité sémantique est de prime abord une question de partage d'ontologies formelles entre applications. En pratique, la question est plus compliquée dans la mesure où il n'est pas toujours possible d'imposer un schéma conceptuel commun à plusieurs systèmes devant partager des connaissances. L'approche médiateur consiste alors à définir une ontologie regroupant l'ensemble des spécifications modélisant le domaine d'application, en décrivant des vues abstraites de chacune des sources d'information dans les termes de l'ontologie¹⁷. Dans ce contexte de systèmes consistant en des sources d'information hétérogènes, utilisant des ontologies locales, il sera nécessaire d'étudier les méthodes permettant d'automatiser au plus près les rapprochement entre ontologies, en termes d'alignement de recouvrement ou d'inclusion, etc. [13].

Les services Web. Ce vocable met l'accent sur les fonctionnalités attendues de tel ou tel logiciel sur le Web. Il correspond alors en la recherche de techniques et standards pour permettre à des agents logiciels d'interagir à haut niveau, en se repérant mutuellement à travers des annuaires (norme UDDI), en se définissant les services proposés (norme

16. Nous ne développons pas ici ce qu'est le Web sémantique. Une importante littérature est accessible à ce sujet sur le Web, à commencer par le serveur du Web sémantique <<http://www.w3.org>>. On pourra aussi voir le site de l'action spécifique du CNRS à ce sujet <<http://www.lalic.paris4.sorbonne.fr/stic/>> ou lire un article de synthèse récent [13].

17. Cette description est une des approches médiateurs possible. On lira [13] pour approfondir la question.

WSDL), en définissant précisément les modalités d'échanges d'information (norme SOAP), etc. L'utilisation de la norme SOAP (cf. § 4) dans l'échange d'information médicales est un pas de l'informatique médicale vers les services Web.

Si le Web sémantique n'est pas une solution à tous les problèmes d'interopérabilité en médecine, on a pu rapidement constater que ces problèmes rencontraient le Web sémantique dans la plupart de leurs dimensions. Ainsi, la plupart des thèmes de travail de l'action spécifique « Web sémantique » (cf. note 16, p. 21) – les langages, les ontologies, les méta-données, l'intégration de sources d'information, les services – ont des résonances en médecine.

6.3 Des standards pour l'information médicale

Nous avons décrit ici un certain nombre d'approches de l'interopérabilité, toutes fondées sur des standards ou de futurs standards. Ce panorama n'épuise pas, et de loin, les initiatives prises dans le domaine de l'informatique médicale et plus précisément vis-à-vis des SIS. Cette « abondance » est une difficulté et c'est la raison pour laquelle il est important de replacer les approches et les standards impliqués par rapport aux conditions organisationnelles de leur validité. Deux points sont alors cruciaux dans ce contexte [9] :

Les standards, garants de l'ouverture et du bon fonctionnement du SIS

L'ouverture, s'agissant d'échanges entre professionnels, est une exigence absolue. S'agissant de messages médicaux, il faut des systèmes interopérables et fortement sécurisés. Mais, comme on l'a vu, l'ouverture exige plus : il faut que la syntaxe des messages soit respectée entre 2 partenaires mais que la *sémantique* le soit aussi. Ainsi, un patient doit avoir un même numéro d'identification entre les partenaires s'échangeant des informations à son sujet¹⁸. Plus, dès qu'il y a codage d'informations, il y a nécessité d'accord *a minima*, ne serait-ce que sur des entêtes ou enveloppes, sinon le « bon vieux » papier reprendra le dessus¹⁹. Enfin, la classification des patients et leur représentation

18. Le problème de l'identifiant unique du patient, s'il est résolu au sein d'un hôpital et appréhendable au sein d'un réseau de soins, est encore un sujet de discussions au niveau inter-hospitalier ou national, pour des problèmes de sécurité et d'éthique.

19. Il est de la mission des organismes en charge de la normalisation de réfléchir à ce qui doit être normalisé. De la même façon que le CEN TC251 a reporté à plus tard la normalisation des

partagée exige un accord total sur le système de représentation conceptuelle choisi. C'est au respect de ces conditions que nous aurons des SIS efficaces.

Les standards : les respecter pour ne plus en parler Dans un point de vue plus contextuel (*cf.* section 5.2.1) et par rapport aux documents XML, il est important d'insister sur le fait qu'un tel standard permet de se rendre indépendant des outils l'exploitant. En d'autres termes, le fait qu'il s'agisse de norme permet de constituer le dossier en ressource documentaire générique : tout outil qui se conforme à la norme XML permet d'exploiter ces ressources. L'intérêt de s'appuyer ainsi sur des normes est de pouvoir consacrer l'effort méthodologique sur les difficultés essentielles, à savoir le contenu et la forme de l'information médicale. Les hôpitaux, les cliniques ou les réseaux de santé n'ont pas vocation à développer des outils informatiques, mais bien plutôt à réfléchir sur l'information qui structure leur activité – dans ce cas et pour les documents, réfléchir aux DTD à développer. De plus, la pérennité du patrimoine informationnel ne peut être assurée que si le mode de représentation – et d'archivage – est décrit en termes de standards ; cette pérennité est donc incompatible avec une représentation des informations et connaissances médicales qui dépendrait d'un outil ou d'un logiciel²⁰

7 CONCLUSION

L'interopérabilité en santé suscite des démarches normalisatrices qui peuvent sembler incohérentes. Nous espérons avoir montré ici que ces propositions ne sont d'abord pas incompatibles, qu'ensuite elles portent avec elle des philosophies d'échange et de partage d'information différentes. Nous pouvons en conclure que c'est l'appropriation des organisations sous-jacentes par les acteurs professionnels – singuliers, les praticiens, ou collectifs, les réseaux – ou

dossier médicaux en ne donnant que des recommandations d'architecture et des propositions de normes d'échange (*cf.* section 3.2) on peut se poser la question de la nécessité de normaliser les échanges.

20. On peut aussi noter que si les balises XML ont un sens pour un système formel qui va les utiliser – *i.e.* un programme – elles ont aussi potentiellement un sens pour un lecteur humain. Ce qui a fait dire à ses concepteurs que XML était « machine readable and human readable » (*cf.* figure 1).

utilisateurs finaux – les patients – qui feront que le modèle d'échange d'une norme s'imposera naturellement. Il est d'ailleurs très probable que – à situations organisationnelles différentes SIS différents – aucune norme ne s'impose franchement par rapport à une autre mais que les modèles d'échange dont elles sont porteuses se déploient de façon privilégiée en lien avec telle ou telle organisation.

Par rapport à cette vue un peu idyllique, il est à espérer que, au contraire d'autres domaines, des situations de monopole ne se fassent pas jour dans la mise en place des SIS, au moment où l'exigence d'ouverture de la concurrence impose ses visées normalisatrices.

RÉFÉRENCES

- [1] B. Bachimont. Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances. In Jean Charlet, Manuel Zacklad, Gilles Kassel et Didier Bourigault, éditeurs, *Ingénierie des connaissances : évolutions récentes et nouveaux défis*, chapitre 19. Eyrolles, Paris, 2000.
- [2] Bruno Bachimont. La numérisation du dossier patient. *Annales des Mines*, février 1997.
- [3] Vincent Brunie, Bruno Bachimont et Pierre Morizet-Mahoudeaux. Modélisation des connaissances structurelles documentaires pour la conception d'un dossier médical hypertextuel. In Jean Charlet, Manuel Zacklad, Gilles Kassel et Didier Bourigault, éditeurs, *Ingénierie des connaissances : évolutions récentes et nouveaux défis*, chapitre 25, pages 407–22. Eyrolles, Paris, 2000.
- [4] Jean Charlet, éditeur. *Ingénierie des patrimoines informationnels de l'établissement de santé*. Centrale Santé ; atelier Web et Ingénierie documentaire, mai 1999. Ont participé à ce groupe : Jean Charlet, Dr Vincent Leroux, Michel Daigne, Dr Denis Mejren, Dr Stefan Darmoni, Dr Jean-François Conso, Christelle Erard, Dr Bernard Giusano, Dr André Parent, Dr Didier Ragain, Christian Snaufai, Benoît Thirion. Fichier (PDF) disponible le 14 juin 2000 à <ftp://ftp.biomath.jussieu.fr/pub/papers/Charlet:CENTSANT99.pdf>.
- [5] Jean Charlet, Bruno Bachimont, Vincent Brunie, Sawsan El Kassar, Pierre Zweigenbaum et Jean-François Boisvieux. L'ingénierie documentaire au service du dossier patient électronique. In Alain Venot

et H. Falcoff, éditeurs, *L'informatisation du cabinet du futur*, Informatique et Santé. Springer Verlag, 1999. Présenté au colloque "L'Informatisation du Cabinet Médical du Futur", 29-30 janvier 1999.

- [6] Robin Cover. The SGML web page. page WWW <http://www.sil.org/sgml/sgml.html>, Summer Institute of Linguistics and Softquad, Inc, 1996.
- [7] CSA. *Interopérabilité*. CSA, vocabulaire des technologies de l'information, 1992. Fichier html mis à disposition par le Centre de recherche en droit public et lu le 20.07.2002 à http://www.autoroute.gouv.qc.ca/loi_en_ligne/glossaire/g083.html.
- [8] Patrice Degoulet et Marius Fieschi, éditeurs. *L'interopérabilité des systèmes d'information de santé*. Conseil de l'informatique hospitalière de santé, mars 1997.
- [9] EdiSanté. La messagerie et l'échange d'informations médicales. Technical report, EdiSanté, 2001. Available at http://www.edisante.org/documentation/documents_ES/ESDG_2001_004.pdf.
- [10] S. Frénot et F. Laforest. Medical record management systems: Criticisms and new perspectives. *Methods of Information in Medicine*, 38:89–95, 1999.
- [11] HL7-SD-TC. *Clinical Document Architecture*. HL7, 2001. Structured Document Technical Committee. Available at <http://www.hl7.org/Special/committees/>.
- [12] ISO/IEC. *Information processing – Hypermedia/Time-based Structuring Language (HyTime)*. ISO/IEC, 1997. International Standard ISO/IEC JTC 1/SC 18 WG8 N1920rev. Version 1 known as ISO/IEC 10744:1992.
- [13] Philippe Laublet, Chantal reynaud et Jean Charlet. Sur quelques aspects du web sémantique. In Jacques Le maitre, éditeur, *Actes des 2^{ndes} assises nationales du GDR-I3*, Nancy, Décembre 2002. Cépaduès, Toulouse.
- [14] Sophie Le Moigno. Construction d'une ontologie dans le domaine de la réanimation chirurgicale. Technical report, SPIM, 2001. Fichier (PDF) disponible le 1 janvier 2002 à <http://www.biomath.jussieu.fr/~jc/LeMoignoDEAIM2001.pdf>.
- [15] Pierre Maret et Chirine Ghédira. Dossier médical semi structuré pour des interfaces de saisie multi-modale. In Jean Charlet, éditeur, *Dos-*

siers numériques, volume 6. Hermès, Paris, 2002. Numéro spécial de la revue *Document numérique*.

- [16] E. Nygren et P. Henriksson. Reading the medical record. I. Analysis of physicians' ways of reading the medical record. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 39:1–12, 1992.
- [17] A. L. Rector, S. Bechhover, C. A. Goble, I. Horrocks, W. A. Nowlan et W. D. Solomon. The GRAIL concept modelling language for medical terminology. *Artificial Intelligence in Medicine*, 9(2):139–171, 1997.
- [18] B. Séroussi, R. Baud, M. Moens, A. Mikheev, P. Spyns, W. Ceusters et P. Zweigenbaum. Dome final report. Deliverable report MLAP-Dome 8, DIAM-SIM/AP-HP, 1996.
- [19] Maxime Wack, Nathanael Cottin, Bernard Mignot et Abdellah El Moudni. Dossiers numériques. In Jean Charlet, éditeur, *Dossiers numériques*, volume 6. Hermès, Paris, 2002. Numéro spécial de la revue *Document numérique*.
- [20] Pierre Zweigenbaum, Bruno Bachimont, Jacques Bouaud, Jean Charlet et Jean-François Boisvieux. Issues in the structuring and acquisition of an ontology for medical language understanding. *Methods of Information in Medicine*, 34(1/2), 1995.
- [21] Pierre Zweigenbaum et Jean Charlet. Information, connaissance et langue médicales. Technical Report 99-221, DIAM, SIM/DSI/AP-HP, 1999. Document de travail pour le groupe de travail INSERM «Sciences de l'Information».