

---

# Débridons l'interaction homme-machine pour une meilleure qualité des soins

## *Requis centrés utilisateurs et Interfaces perlées pour les systèmes d'information de santé*

**Laure MARTINS-BALTAR<sup>1</sup>, Yann LAURILLAU<sup>2</sup>, Gaëlle CALVARY<sup>1</sup>**

1. Institut polytechnique de Grenoble, CNRS, Laboratoire LIG  
41 rue des Mathématiques, BP 53, 38041 Grenoble cedex 9, France  
{nom.prenom}@imag.fr

2. Université Pierre-Mendès France, CNRS, Laboratoire LIG  
41 rue des Mathématiques, BP 53, 38041 Grenoble cedex 9, France  
{nom.prenom}@imag.fr

---

*RESUME.* L'importance croissante des TIC en santé modifie les pratiques médicales. Le développement de solutions reposant sur le Cloud, incluant le Social Computing, accentue ce phénomène. Aussi, l'émergence de cette informatique périmé la métaphore actuelle du bureau, centrée données. Il faut l'ouvrir aux acteurs, tâches et relations sociales qui les unissent. Cet article propose le concept de "perle" pour les contextes d'usage dans une approche services à la demande, appliqué à la gastroentérologie. Il présente un démonstrateur de concept dans le domaine médical et une formalisation du concept de Perle.

*ABSTRACT.* IT is deeply modifying the medical practices: Cloud-based solutions, including Social Computing, are growing in the medical field. However, this emergence of utility computing such as Cloud Computing makes the current desktop metaphor outdated. There is a need to open the desktop so that to, in addition to classical data, also consider actors and tasks as well as their relationships. This paper proposes the concept of "Pearl" for both denoting and representing socially augmented data. It describes a health care prototype as well as a formal definition of the related concept.

*MOTS-CLES :* Nuage, Réseaux sociaux, valeur sociale ajoutée, IHM Perlée, santé.

*KEYWORDS:* Cloud, Social Network, Socially Augmented Entity, Pearly UI, Health Care.

---

DOI:10.3199/JESA.45.1-n © Lavoisier 2012 [AR](#) [DOI](#)

## 1. Contexte et questions de recherche

L'importance croissante des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans le domaine de la santé, comme les progiciels de santé, incitent les professionnels de la santé à produire de plus en plus de données médicales dématérialisées, à les conserver mais aussi à les traiter, à les organiser ainsi qu'à les partager : dossier médical du patient, comptes-rendus d'examen, images de scanners, résultats d'analyses biologiques, etc. Au plan national, le Dossier Médical Personnel<sup>1</sup> (DMP) illustre parfaitement cette tendance. L'expansion de cette **masse de données médicales** s'explique également par les évolutions des équipements d'acquisition d'images médicales et d'archivage, comme les solutions de type PACS (*Picture Archiving and Communication System*). Cependant, alors que cette pratique est devenue courante en radiologie, ces solutions restent encore compliquées à mettre en œuvre pour la plupart des autres spécialités, comme celles nécessitant d'exercer au bloc opératoire, et pour exporter l'image médicale en dehors du lieu d'acquisition. Ceci est d'autant plus complexe et critique que le praticien exerce dans de **multiples contextes d'usage**, nécessitant un **accès ubiquitaire** aux données et aux outils : dans différents lieux (au cabinet, au bloc, à domicile, etc.) ; avec différents dispositifs d'interaction (ordinateur de bureau ou portable, colonne endoscopique, téléphone ou tablette, dictaphone, etc.) (voir Morán et al., 2010) ; ou en situation d'urgence (Koufi *et al.*, 2010). Plus généralement, au-delà de la production de données médicales, la pratique médicale est en mutation sur de nombreux aspects pour intégrer cette part croissante des TIC : aide au diagnostic, partage des données médicales avec les confrères et les patients, évaluation des pratiques professionnelles, capitalisation des connaissances, etc.

Actuellement, de nombreuses solutions reposant sur le *Cloud Computing* sont proposées dans le domaine de la santé. Une infrastructure de type *Cloud* s'appuie sur des technologies certes existantes (virtualisation, nœud de calcul) mais dont l'association démultiplie leur potentiel, visant à faciliter leur exploitation : accès à une grande puissance de calcul et grande capacité de stockage, environnements virtualisés accessibles par des liens à très haut débit (Zang C. *et al.*, 2010). Cette technologie promeut un **accès ubiquitaire** à des **services à la demande** et aux **masses données** (Mell *et al.*, 2009). Parmi les travaux existants dans le domaine de la santé, Many Avial-Garcia *et al* (2008) proposent une solution reposant sur le *cloud* pour apporter un service d'aide au diagnostic quant à la détection de cancer colorectal par analyse d'image. D'autres exemples de systèmes reposant sur le *cloud* sont proposés pour automatiser le processus de collecte des données médicales relatives aux patients (en situation) et traitées par des systèmes experts, accessibles ensuite via n'importe quel dispositif par le personnel médical (Rolim *et al.*, 2010). L'approche service à la demande et puissance de calcul est également traitée pour proposer des outils de visualisation d'images médicales 3D sur des dispositifs ayant

---

<sup>1</sup> [www.dmp.gouv.fr](http://www.dmp.gouv.fr)

peu de ressources comme les assistants personnels (PDA pour *Personal Digital Assitant*) (Van der Burg *et al.*, 2009).

Parallèlement, les avancées en *Social Computing*, dont les solutions sont d'ailleurs souvent adossées au *cloud* (par exemple, Facebook), connaissent également un intérêt dans le domaine médical (Keckley et Hoffman, 2010), autant dans la relation avec le patient et dans la gestion de la santé publique, qu'entre professionnels de santé pour, par exemple, faciliter les échanges sur les pratiques médicales ou pour rechercher les traitements les plus adaptés (Keckley et Hoffman, 2010). Plus généralement, il s'agit de favoriser et faciliter la collaboration entre praticiens (Eysenbach, 2008) en leur permettant de développer leur **réseau socio-professionnel médical**.

Ces approches permettant un accès ubiquitaire à des services à la demande et aux masses de données en tout contexte d'usage soulèvent de nombreuses questions du point de vue de l'**interaction utilisateur**. La métaphore classique du bureau semble être obsolète vis-à-vis des avancées apportées par le *Cloud Computing* et le *Social Computing* : le schéma mental de l'utilisateur jusqu'ici construit sur la physicalité et la localisation des ressources est en rupture avec ce nouveau modèle (Odom *et al.*, 2012) ; la génération d'applications web pour ce type d'approches conduit à une expérience utilisateur fragmentée, mettant à mal la cohérence des interfaces utilisateurs assurée localement par le gestionnaire de fenêtres (England *et al.*, 2011). Aussi, quelles propriétés nouvelles une interface utilisateur doit-elle avoir pour permettre le déploiement dynamique et ubiquitaire de tels services tout en laissant le pouvoir à l'utilisateur ? L'importance croissante des réseaux sociaux au sein des applications soulève également les questions de vie privée, de confiance et de propriétés des données (Armburst *et al.*, 2010 ; Zang *et al.*, 2010a) ? Quel *design* d'interface utilisateur proposer pour assurer la traçabilité, le contrôle et le partage des données dans une optique de socialisation des services dans le *cloud* ainsi que les activités en ligne (Odom *et al.*, 2012 ; Zang *et al.*, 2010b) ?

Le travail présenté dans cet article aborde ces questions du point de vue de l'Interaction Homme-Machine (IHM). Le cas d'étude provient du domaine de la gastroentérologie. Précisément, nous revisitons la métaphore usuelle du bureau (le *Desktop*) et proposons une nouvelle métaphore d'interface utilisateur, la **Perle**, comme fondement aux futures générations d'interfaces utilisateur. La Perle intègre les trois pivots du *Cloud Computing* (services à la demande, accès aux masses de données et ubiquité) ainsi que la notion de réseau social.

Dans la suite, nous présentons tout d'abord la méthode retenue pour conduire ce travail. Notamment, dans la partie 3, nous présentons deux phases importantes de cette méthode reposant sur une étude de terrain et de cas basée sur la rétroconception d'une application patrimoniale, impliquant des acteurs du monde médical. Nous concluons cette partie sur la spécification de requis utilisateurs servant ainsi de guide à la proposition de la métaphore de la Perle. Cette dernière est présentée en partie 4 au travers d'exemples de représentations et d'une proposition d'implémentation. Avant de conclure, nous positionnons la métaphore de la Perle au regard des travaux existants.

## 2. Méthodologie

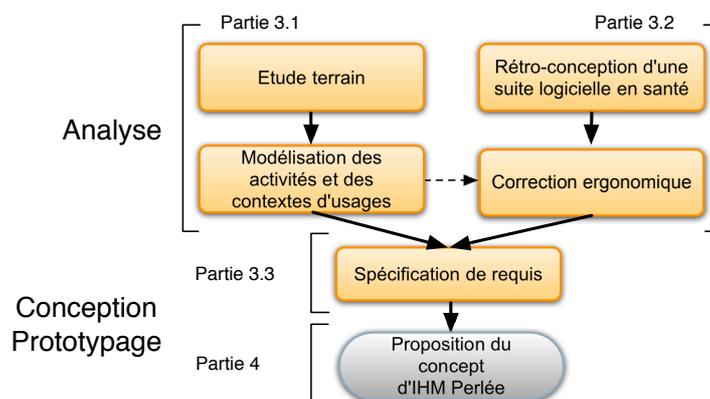


Figure 1. Principales phases de la démarche.

En partenariat avec des professionnels de la santé et des experts des technologies de l'information pour la santé, nous avons appliqué une démarche centrée utilisateur, au plus près du terrain. La phase d'analyse a consisté à mieux comprendre et formaliser les pratiques médicales pour en extraire des requis utilisateur. Deux sources de données ont été explorées : d'une part, l'observation sur le terrain de praticiens en action puis la modélisation de leurs activités et contextes d'usages ; d'autre part, l'étude d'une application patrimoniale, nommée Syseo, pour la gestion d'images médicales, de comptes-rendus médicaux et de dossiers patients en gastroentérologie. L'étude a consisté en une rétroconception de l'application puis en la proposition d'améliorations ergonomiques pour toujours mieux comprendre les tâches utilisateur attendues. Dans ces deux volets d'analyse, de nombreux modèles (des diagrammes UML) de l'activité médicale ont été produits. Ils ont tous été validés par les professionnels de la santé.

L'analyse critique des pratiques a permis de spécifier des requis utilisateur pour une meilleure qualité des soins. Ces requis ont cadré la proposition de la nouvelle métaphore : les IHM perlées dont un exemple de conception est ici relatée.

## 3. Requis utilisateur

Cette détaille les deux phases d'analyse du domaine de la gastroentérologie (étude terrain et étude de la suite logicielle Syséo dédiée à la gastroentérologie) pour conduire, en conclusion, à la spécification de requis utilisateurs. Ces requis constituent les germes à la proposition de la métaphore d'IHM perlées.

### 3.1 Etude terrain

Afin de comprendre les pratiques médicales en gastroentérologie et d'identifier les différents contextes d'usage des Systèmes d'Information (SI) de santé, nous avons conduit une étude en trois étapes : (1) interviews de médecins et secrétaires ; (2) analyse et modélisation de leurs usages, pratiques et besoins ; (3) validation des observations récoltées par les différents acteurs impliqués.

Cette étude a conduit à la réalisation de nombreux modèles (17 cas d'utilisation, 10 modèles d'activités, soit un total 29 diagrammes UML) décrivant le processus de suivi des patients en gastroentérologie. Ces modèles ont été validés par les médecins et nous fournissent une vision précise du domaine.

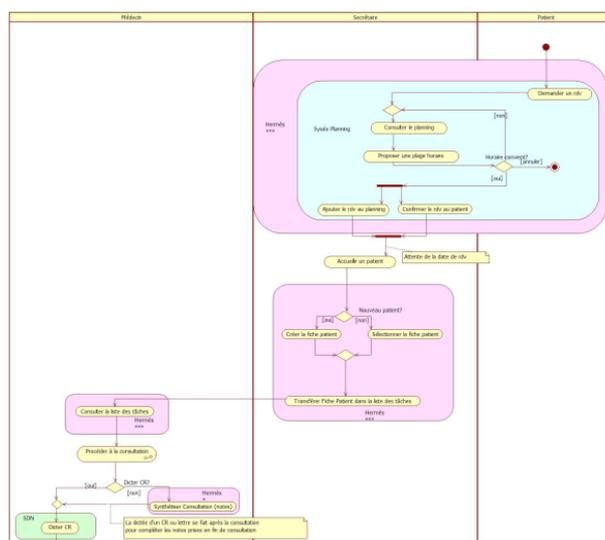


Figure 2. Exemple de modèle décrivant l'activité médicale et l'usage des TIC.

En particulier, ces modèles mettent en évidence l'importance des TIC dans l'accomplissement de l'activité médicale, ainsi que la grande variété des contextes d'usage. Par exemple, la Figure 3 est un extrait d'un modèle UML qui décrit l'activité médicale au cabinet médical. Il montre les différentes tâches et acteurs impliqués (i.e. médecin, secrétaire et patient) et montre comment les différentes activités s'articulent (i.e. *workflow*). Des rectangles aux angles arrondis et colorés (i.e. cyan, magenta et vert) indiquent les outils ou services logiciels employés pour accomplir une tâche (jusqu'à trois outils logiciels différents sont utilisés dans l'exemple montré à la Figure 2).

Cette étude a également révélé l'importance et surtout la variété des données médicales manipulées (données cliniques, rapports d'examen et images, etc.). En gastroentérologie, les images sont des données clés pour la prise de décision et

l'évaluation des pratiques, mais également pour la pédagogie et la recherche. Plusieurs besoins sont également ressortis de l'étude du terrain : le partage des données médicales, la communication entre collègues pour des expertises, et la centralisation des connaissances médicales. La socialisation de l'activité médicale est une requête importante des professionnels de santé. Lors de la prise de décision sur certains dossiers, les médecins se sentent seuls et souhaiteraient pouvoir échanger facilement avec des confrères. Cet échange existe aujourd'hui, mais reste très informel (surtout par téléphone) pour des raisons médico-légales. Ce besoin est accentué par le fait que les services et les applications logicielles restent centrés données, ignorant cette dimension sociale de l'activité médicale comme les réseaux développés par les professionnels de santé. Ce besoin fait écho à un constat posé il y a quelques années avec l'émergence de la Santé 2.0, c'est-à-dire l'application des technologies Web 2.0 au système de soin en incluant les réseaux sociaux (Keckley et Hoffman, 2010). En effet, nous avons observé que les médecins entretiennent quatre réseaux socioprofessionnels : (1) réseau des professionnels de santé, comprenant collègues, experts et amis ; (2) des universitaires et des étudiants ; (3) des acteurs médicaux concernés pour le suivi des patients, et (4) des institutions.

### 3.2 *Etude de la suite logicielle Syséo*

Dans un premier temps, nous avons étudié et rétroconçu une suite logicielle utilisée par les praticiens. Le but était de comprendre, du point de vue de l'interaction utilisateur, quelles sont les principales tâches, comment les données médicales numériques sont gérées et comment ils interagissent avec le système d'information usuel (hôpital, institutionnel ou personnel). Précisément, nous nous sommes concentrés sur la suite logicielle Syséo.

La suite logicielle Syséo couvre le parcours du patient de l'examen médical à la rédaction du rapport d'examen. Cette suite est composée de sept modules applicatifs : (1) un planning Web adapté au domaine médical ; (2) une application web pour produire et suivre des dossiers médicaux ; (3) un module dédié à la production et à l'archivage d'images endoscopiques ; (4) trois modules pour annoter, manipuler et stocker des images endoscopiques ; (5) un module pour l'évaluation des pratiques professionnelles.

La phase de rétroconception nous a conduits à (1) produire de nombreux modèles de tâches ainsi qu'à l'identification de problèmes d'ordre ergonomiques et à (2) identifier des classes de services en ligne pouvant contribuer à l'amélioration des soins : services reposant sur le réseau socio-médical des praticiens afin de mieux identifier les autres professionnels de santé impliqués dans le suivi d'un patient ; services facilitant le partage de l'image médicale tout en préservant la confidentialité ; services facilitant l'accès ubiquitaire aux données médicales pour différents contextes d'usage (dispositifs d'interaction ou localisation), etc.

La nouvelle interface comporte deux éléments d'interface clés. Premièrement, comme le montre la Figure 3, la nouvelle IHM a été repensée pour éliminer les problèmes ergonomiques identifiés. La Figure 3 illustre une partie de l'IHM dédiée

à la gestion des données médicales : le dossier médical, donnée centrale de l'interface, est un regroupement de toutes les informations concernant un patient organisées autour de l'image.

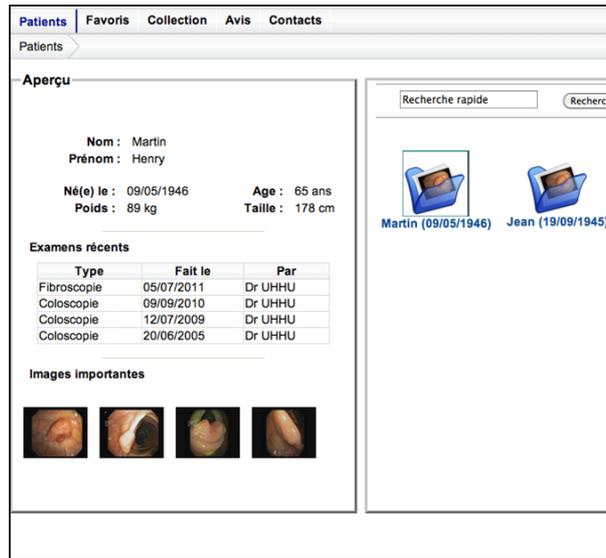


Figure 3. Exemple d'IHM issue de la rétroconception de Syséo.

Deuxièmement, le second élément clé de cette nouvelle IHM propose une nouvelle approche pour gérer les données médicales en lien avec le réseau socio-professionnel du praticien. Cette nouvelle interface, outre l'aspect gestion des données médicales, intègre des aspects du *Social Computing* grâce à une fonction de partage des données médicales, offrant ainsi un moyen aux praticiens de soumettre des demandes d'avis à des confrères. Le but premier est d'aider le praticien à formuler un diagnostic plus précis et, par conséquent, contribuer à l'amélioration des soins.

### 3.3 Synthèse : requis utilisateur et scénarios problème

A partir de l'étude de terrain et de la rétroconception de la suite logicielle Syséo, complétées par des interviews de professionnels de la santé, nous avons identifié trois requis de premier ordre pour les futures IHM de santé, nous concentrant sur les aspects suivants : la dimension sociale des activités médicales, l'accès ubiquitaire aux données médicales ainsi que leur gestion. Les trois requis sont :

**Promouvoir la dimension sociale des activités.** Les réseaux socio-médicaux sont un aspect important de l'activité médicale (Eysenbach, 2008). Des visualisations de ces réseaux semblent opportuns et permettent, par exemple,

d'observer quels sont les contacts les plus proches, les données médicales partagées avec des confrères, ou de visualiser qui est le médecin référent d'un patient. Une infrastructure de type *Cloud* constituerait un moyen pour mettre en œuvre des services facilitant la visualisation des relations au sein d'une même famille pour identifier des maladies héréditaires ou des systèmes d'aide au diagnostic. Qu'ils soient éphémères (relatifs à un patient) ou persistants (relatifs aux confrères), les médecins interviewés soulignent que les réseaux socio-médicaux sont des facettes importantes de l'activité médicale. (Morán *et al.*, 2010) souligne le « *besoin de coordination et de collaboration entre praticiens, l'intensité de la communication, l'usage de différents dispositifs d'interaction, et la grande mobilité du personnel médical, des patients et des documents* ».

**Assurer le partage et la traçabilité.** Le besoin de support pour le partage des données médicales et la communication entre professionnels de la santé devient essentiel. Ces situations d'échange sont de plus en plus fréquentes : entre praticiens pour le suivi du patient, avec les laboratoires d'analyse, les hôpitaux pour la gestion des admissions, des sorties, etc. Malgré l'importance des technologies dans le monde médical, le dossier médical est divisé en plusieurs instances : le dossier de l'anesthésiste, le dossier de l'infirmière, le dossier des médecins, et le dossier administratif. Ce manque de partage est un réel problème. En effet, les médecins n'ont pas un accès complet à l'ensemble des informations concernant un patient, ce qui est un point crucial pour connaître, par exemple, les différents traitements ou pour savoir si un patient est correctement suivi : les confrères sont souvent réticents à partager les données médicales. Ce problème peut s'expliquer par la peur de perdre le contrôle sur les données médicales, notamment dans la perspective de disposer de solutions reposant sur le *Cloud*.

**Accéder facilement et rapidement aux données médicales.** Au cours de sa carrière, un praticien recueille habituellement entre 15 000 et 30 000 dossiers médicaux. En effet, la crainte d'explorer une énorme quantité de données médicales est mise en avant, en particulier lorsque des conseils sont demandés par téléphone. L'ajout de la dimension sociale aux données médicales constitue une opportunité pour faciliter la navigation. Toutefois, le passage à l'échelle est un point critique : comment représenter cette masse de données sans perturber l'utilisateur ? La notion de filtrage est indispensable.

Nous illustrons ces requis sur des scénarios problème (Rosson et Carroll, 2002) élaborés en partenariat avec des médecins gastroentérologues. Ils mettent en scène le Docteur Roger, 45 ans, spécialiste de l'endoscopie hépato-gastroentérologique, exerçant en libéral. Parfois, le Dr Roger exerce également en hôpital public pour réaliser des examens au bloc opératoire, et assure des enseignements à la Faculté de Médecine. Son activité étant chronophage, le Dr Roger souhaiterait : (a) pouvoir passer plus de temps avec ses patients et moins de temps à utiliser les TIC ; (b) pouvoir facilement capturer, annoter et partager les moments clés d'un examen (images ou vidéo) ; (c) centraliser toutes ses données médicales ; (d) être plus facilement en contact avec ses confrères pour échanger à propos de pathologies complexes et sur des questions relatives au diagnostic ; (e) informer le patient.

Aujourd'hui, Dr Roger examine un patient pour retirer un polype détecté par un confrère (la Figure 5 est une planche de bande dessinée illustrant ce scénario) :

**Vignette N° 1 :** *besoin d'un accès facilité aux données médicales et partage simplifié des données médicales.* Avant de commencer l'examen, le Dr Roger relit rapidement le dossier médical du patient (dernier examen, pathologies détectées, antécédents, etc.). Toutefois, le dossier médical contient peu d'information et il regrette d'en avoir si peu : des images endoscopiques l'aideraient à localiser plus facilement le polype.

**Vignette N° 2 :** *besoin d'exporter des données médicales, de capturer et annoter des images et vidéos médicales.* Pour des raisons légales, le Dr Roger doit obligatoirement prendre des captures d'image ou des vidéos des interventions chirurgicales. Seule une colonne endoscopique permet la capture d'image. Cependant, en sortie, ces images ne peuvent être qu'imprimées et jointes au dossier médical au format papier.

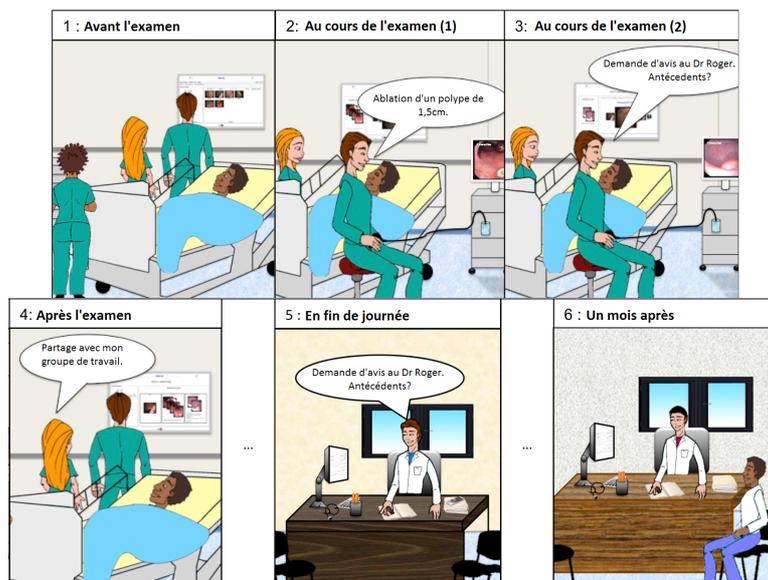


Figure 5. Illustration des requis en bande dessinée.

**Vignette N° 3 :** *besoin pour des services en ligne dédiés au partage de données médicales, à la collaboration entre praticiens, ainsi qu'à l'analyse de données médicales.* Le manque de données médicales pose évidemment problème pour la prise de décision. Dr Roger ne connaît pas les antécédents du patient qu'il examine, ni son suivi. Il a également besoin de pouvoir comparer les images qu'il vient de capturer avec des pathologies similaires et de demander un avis médical à un confrère avant d'établir un diagnostic.

**Vignette N° 4 :** *besoin pour capitaliser et rendre anonymes des données médicales.* Claire est étudiante en médecine et assiste le Dr Roger pour cet examen. Dr Roger suggère qu'elle assiste à quelques examens. Aussi, elle aimerait pouvoir partager certaines des données médicales (images, commentaires du Dr Roger) avec son groupe de travail constitué d'autres étudiants en médecine. Toutefois, pour des raisons médico-légales, elle ne le peut pas : elle n'a pas accès aux images endoscopiques et les notes qu'elle prend pendant l'intervention au bloc sont confidentielles.

**Vignette N° 5 :** *besoin de services en ligne pour le partage de données médicales et la collaboration entre confrères.* En fin de journée, le Dr Roger retourne à son cabinet. Il doit faire le point sur les dossiers médicaux du jour, et, si cela s'avère approprié et nécessaire, appelle des confrères pour un avis médical ou pour demander l'historique médical d'un patient. Cette activité est très chronophage mais c'est une étape incontournable pour pouvoir établir un diagnostic plus précis.

**Vignette N° 6 :** *besoin d'un accès simple et rapide aux données médicales et pour les partager facilement.* Un mois plus tard, M. Karl, un des patients du Dr Roger, a rendez-vous avec le Dr Bernard, son médecin référent. Ce rendez-vous est l'occasion de faire le point sur le dernier examen et M. Karl a quelques questions à propos de la dernière colonoscopie. Dr Bernard lui fait un résumé des conclusions du dernier examen à partir de la copie papier qui lui a été remise et lui montre les différentes images. Il lui explique que tout est normal désormais. En complément, le Dr Bernard souhaiterait lui montrer les images d'avant le traitement mais, malheureusement, le dossier n'en contient pas.

Afin de répondre aux requis identifiés et illustrés par ce scénario, nous proposons le concept de perle comme fondement aux futures générations d'IHM.

#### **4. Métaphore de la Perle**

Nous présentons la métaphore de la Perle pour la conception d'une nouvelle génération d'IHM visant à embrasser les caractéristiques du *cloud* (masses de données, services à la demande) et du *Social Computing*. En particulier, à travers cette métaphore, nous étudions la conception d'interfaces utilisateur centrées sur la notion de service.

Cette partie détaille les deux fondements de la métaphore de la Perle : (1) sur le plan conceptuel, la métaphore repose et étend trois concepts pivots usuels (donnée, tâche, acteur) augmentés de la dimension sociale ; (2) en termes de présentation, la métaphore promeut une visualisation interactive des contextes d'usage et des relations sociales.

##### **4.1 Entités pivots**

Nous considérons des entités de type donnée, acteur et service comme fondements de la métaphore de la Perle, en support à la réalisation d'une tâche en

contexte. Ces entités font référence aux concepts usuels de tâche, d'objet du domaine et d'agent, tels qu'ils sont traités dans les domaines de l'IHM et du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur (TCAO) (Van Welie *et al.*, 1998). Notamment, le service est abordé comme étant un des moyens disponibles pour accomplir la tâche.

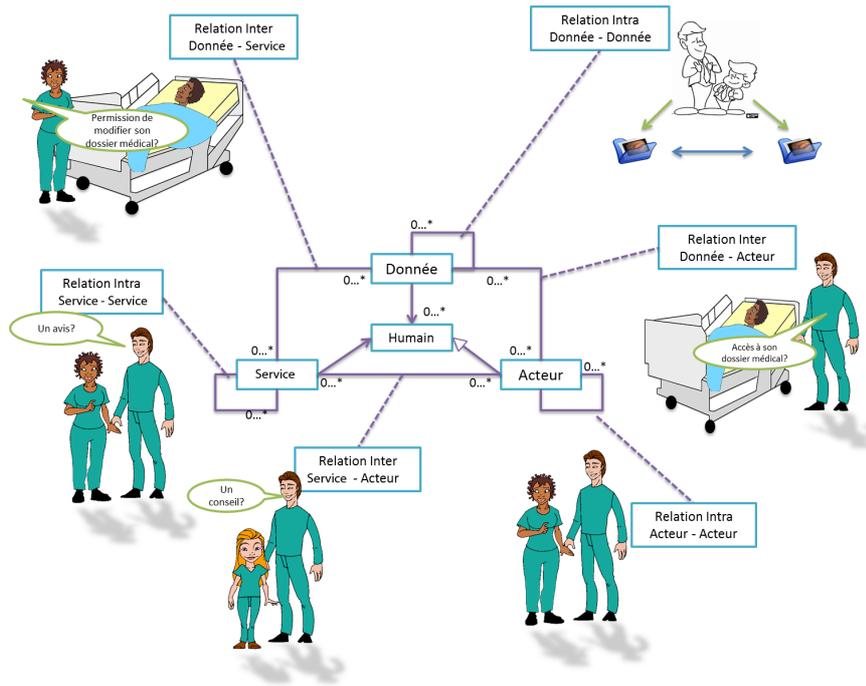


Figure 5. Taxonomie des entités pivots et à valeur sociale ajoutée (VSA).

L'entité **Donnée** dénote l'information manipulée par un acteur lorsqu'il accomplit une tâche. Dans le contexte médical, une donnée peut être aussi bien un dossier médical qu'une image endoscopique, etc. Des services en ligne, tels qu'un service d'analyse d'image ou de reconstruction 3D, sont consommateurs de données.

L'entité **Acteur** dénote les individus impliqués dans le système : ils manipulent des données et réalisent des tâches. Appliqué au médical, les acteurs peuvent être, par exemple, des médecins, des secrétaires médicales ou des étudiants en médecine. Des services en ligne peuvent être mis à leur disposition, tels qu'un système de *workflow* en santé.

L'entité **Service** dénote le moyen employé par des acteurs pour accomplir une tâche afin d'atteindre un but. Sachant qu'une tâche est classiquement décomposée en sous-tâches, cette approche s'applique également à la notion de service : des services sont également en support à l'accomplissement des sous-tâches. Appliqué

au médical, il peut simplement s'agir du suivi du patient. Cela signifie qu'un médecin gastroentérologue, afin d'accomplir ce suivi, doit réaliser de nombreuses tâches et faire appel aux services idoines pour les accomplir, par exemple : pratiquer des examens, produire des images endoscopiques, échanger avec des confrères, etc.

#### 4.2 *Entités à Valeur Sociale Ajoutée*

Sur la base de ces entités pivots, nous visons à ajouter la dimension sociale. En effet, comme cela a été mis en évidence dans la partie 3, les médecins expriment le besoin et l'importance croissante d'intégrer le réseau socio-professionnel dans les applications logicielles de santé. Ce besoin est en concordance avec les efforts récents accomplis pour faire converger le *Cloud Computing* avec le *Social Computing* (Pham, 2010).

Aussi, nous enrichissons les entités pivots pour prendre en compte leur valeur sociale et mettre en évidence les relations entre entités sur la base de cette valeur. En effet, comme l'exprime Lahire (Lahire, 2010), cette valeur d'ordre social ne se réduit pas aux interactions entre groupes. Selon Lahire, toute entité est connotée par une valeur d'ordre social dès lors qu'elle intervient dans une relation entre deux individus. Ainsi, par exemple, un document, et plus généralement une donnée, comme une trace de communication entre deux être humains est associé à une relation sociale et, dès lors, possède une valeur d'ordre social. On peut également parler de statut social. De ces constats, nous proposons une taxonomie d'entités à **Valeur Sociale Ajoutée** (VSA) enrichissant les entités pivots (Donnée, Acteur et Service), mettant en évidence leurs relations **intra-** et **extra-** (voir Figure 5).

Les relations entre les entités pivots constituent une information supplémentaire, aboutissant ainsi aux entités à Valeur Sociale Ajoutée. Les relations **intra** font référence aux relations entre entités de même nature :

**Acteur-Acteur** : les acteurs sont les utilisateurs du système. Dans notre cas d'étude, plusieurs acteurs ont été identifiés : les médecins, les secrétaires, les patients, et les étudiants en médecine. La notion de proximité sociale entre acteurs (par exemple, la collaboration fréquente entre deux médecins, la relation patient-médecin) peut enrichir les entités dites classiques et être considérée comme des entités VSA.

**Donnée-Donnée** : ces entités ne sont pas simplement liées entre elles, comme les liens hiérarchiques ou les relations dans une base de données, mais ont une réelle valeur sociale ajoutée. La décoration d'un lien par son type en est un bon exemple (relation généalogique entre le dossier médical d'un père et celui de son fils pour la prédiction de pathologie héréditaire).

**Service-Service** : Etiqueter les services avec les bonnes pratiques des experts est un exemple d'entité VSA. Cette information supplémentaire permettrait de proposer aux médecins des recommandations. Aussi, des services en ligne de recommandations reposant sur des systèmes experts peut s'appliquer à ces entités VSA.

Les relations **extra** font références entre entités de nature différente :

**Donnée-Acteur** : les acteurs produisent et manipulent les données pour atteindre leurs objectifs. Les données, quant à elles, donnent des informations sur ces différents acteurs. Le lien social est très fort entre les deux. Dans notre cas d'étude, un dossier médical (donnée) est associé au patient (acteur) et bien sûr au médecin (acteur) qui traite ce patient. Ce lien peut également donner lieu à des relations indirectes entre deux acteurs : ces acteurs ne se connaissent pas forcément mais ils partagent de l'information. Des services en ligne comme le partage d'information (confidentiel ou anonyme) ou recherchant des corrélations entre dossiers médicaux peuvent s'appliquer à ces entités VSA.

**Donnée-Service** : un service est socialement lié à une donnée dès lors que le statut social d'une donnée influence sur l'accomplissement d'une tâche. Par exemple, la mise à jour (tâche) d'un dossier patient (donnée) par un autre médecin que le médecin référent est possible seulement si ce dossier est partagé. A l'inverse, une tâche peut implicitement apporter une valeur sociale à une donnée, comme la production (tâche) d'une image (donnée) qui sera ajoutée au dossier médical disponible par le patient et le médecin, ou le partage (tâche) d'une image (donnée) pour une demande d'expertise. Des services comme un tableau de bord de l'activité médicale (dernier examen, dernier rendez-vous, dernière mise à jour, etc.) peut s'appliquer à ces entités VSA.

**Service-Acteur** : un acteur peut employer des services différents pour accomplir une même tâche, dans des contextes sociaux différents. Par exemple, dans le domaine médical, la prise de décision peut se faire lors d'une réunion pluridisciplinaire, impliquant différents spécialistes, ou lors d'un examen, impliquant seulement le chirurgien. Des services spécifiques, tels que faire une demande d'avis ou partager une donnée médicale, peut s'appliquer à ces entités VSA.

### 4.3 *Graphes homogènes d'entités pivots*

Nous considérons que les entités pivots de même nature (acteur, donnée ou service) sont organisées en graphe selon un type de relation et de métriques. Plusieurs graphes peuvent être produits à partir d'un même ensemble d'entités (i.e. une vue sur les entités) suivant le choix d'une classe d'entités, d'un type de relation et de métriques. Nous considérons donc trois types de graphes : graphe d'Acteurs, graphe de Données et graphe de Service.

L'organisation des entités en graphe permet ainsi de révéler les relations **intra**, c'est-à-dire de préciser les entités VSA entre entités de même nature. Cette organisation permet également de mettre en évidence des propriétés intéressantes :

**Graphe d'acteurs.** Un graphe d'acteur met en évidence les relations sociales entre acteurs : c'est la notion usuelle de réseau social. Les acteurs en sont les sommets. Les relations entre acteurs constituent les arcs et la proximité entre acteurs est déterminée selon le poids des arcs ou de la distance entre acteurs. Un graphe

d'acteurs permet ainsi d'expliciter les relations **intra** entre entités **Acteurs**, et exprime les quatre caractéristiques suivantes :

- *Sens de transmission de l'information* : la communication entre deux acteurs peut être unilatérale ou bilatérale. Cela conduit à obtenir des graphes orientés pouvant contenir des arcs non orientés (Zijlstra, 1979). Les relations entre acteurs sont définies par des fonctions binaires dépendantes de la force de la proximité sociale entre deux acteurs.

- *Structure du groupe*. Un groupe peut être organisé hiérarchiquement ou de toute autre façon. A l'extrême, un acteur peut se retrouver isolé. Ce type de structure est représenté par des graphes déconnectés ou des graphes presque fortement connectés.

- *Proximité sociale*. La proximité entre acteurs peut se définir par un poids sur les arcs reliant deux acteurs. Aussi, une telle valeur constitue un moyen pour exprimer la proximité sociale (par exemple, le nombre de courriers électroniques échangés).

- *Dynamique d'un groupe*. Un groupe varie en taille au cours du temps. Des acteurs apparaissent ou disparaissent, c'est-à-dire lorsqu'une entité acteur est ajouté ou retiré de l'ensemble des acteurs. Par conséquent, les relations sont également dynamiques et peuvent évoluer, c'est-à-dire lorsqu'un arc apparaît ou disparaît.

Le nombre de relations Acteur-Acteur exprime l'importance d'un acteur au sein d'un groupe, d'un réseau. On parle alors de **popularité**, mesurée par le degré de centralité du graphe et calculé sur le nombre de relations directes de chaque acteur.

La distance entre deux acteurs exprime l'indépendance d'un acteur. Freeman (Freeman, 1979) établit que plus un acteur est éloigné, plus il sera autonome dans ses choix et actions. Cette propriété se démontre à l'aide du degré de séparation ou la propriété de centralité proximale.

Le rôle médiateur d'un acteur est une autre propriété intéressante qui peut être mise en évidence par la propriété de centralité intermédiaire. Freeman (Freeman, 1979) établit que plus un acteur est dans une position de médiateur, plus il aura le contrôle sur la circulation de l'information entre acteurs.

**Graphe de données**. Un graphe de données est composé d'entités de type données constituant les sommets. Un graphe de **Données** permet ainsi d'expliciter les relations **intra** entre entités Données, et exprime les quatre caractéristiques suivantes :

- *Dépendance* : une donnée peut être indépendante, associée ou dépendante. La dépendance est liée à l'orientation du graphe : unilatérale (relations orientées comme dans une structure hiérarchique) ou bilatérale.

- *Evolution* : un graphe de données évolue dans le temps en fonction de l'environnement et de l'utilisateur. Des données sont créées ou détruites. De même, les relations évoluent dans le temps.

- *Structure* : la structure peut être totalement ou partiellement hiérarchique voire totalement désintégrée. Le graphe est alors déconnecté ou presque fortement connecté.

- *Similarité* : la similarité entre deux données s'apparente à un poids sur les arcs les reliant. Dès lors, il est possible d'exprimer un degré de similarité entre deux entités de type données comme deux images médicales relatives à une même pathologie, ou deux fichiers ayant des différences mineures dans un système de gestion de version.

**Graphe de services.** Un graphe de services est un graphe dont les sommets sont des entités de type service. Un graphe de Services permet ainsi d'explicitier les relations **intra** entre entités **Services**, et exprime les deux caractéristiques suivantes :

- *Dépendance* : la dépendance est relative à un graphe presque fortement connecté (totalement ou partiellement hiérarchique). Dès lors, une relation unilatérale entre deux services exprime une dépendance entre deux services.

- *Disponibilité* : la mise à disposition dynamique de service, comme au sein d'une architecture de type *cloud*, dépend de leur disponibilité selon : (1) l'utilisateur qui interagit avec le service (en fonction, par exemple, de son rôle, statut, niveau d'expertise, etc.) ; (2) de l'environnement dans lequel évolue l'utilisateur (physique, social) ; et (3) les données traitées par le service (par exemple, selon le statut social).

#### 4.4 *La perle, graphe hétérogène d'entités pivots*

Du point de vue de l'IHM, une Perle représente un contexte d'usage décrit par un ensemble d'entités pivots et par les relations entre ces entités (i.e. entités VSA) en support à la **réalisation d'une tâche** : services disponibles pour accomplir la tâche (i.e. moyens), données nécessaires et accessibles, et acteurs associés.

Formellement, une Perle est une collection hétérogène d'entités pivots organisées en graphe. Dès lors, une autre définition de la Perle est la suivante : une Perle est un arc d'un hypergraphe (arc à plusieurs sommets) dont les sommets sont des entités pivots : donnée, acteur et service. Ces sommets sont donc organisés en graphe au sein de cet arc : un tel graphe entre entités de nature différentes permet ainsi d'explicitier les relations **inter** entre les entités VSA. Le choix de classes d'entités pivot (par exemple, une classe d'acteur définie par un rôle) ainsi que le choix d'un type de relations entre entités (par exemple, des images médicales relatives à des acteurs appartenant à une même famille) et les métriques (par exemple, une proximité sociale entre acteurs par rapport à une pathologie) définit la structuration en graphe de ces entités au sein de l'arc et précise ainsi le contexte d'usage défini par une Perle. L'hypergraphe représente donc un ensemble des Perles, c'est-à-dire un ensemble de contextes d'usages.

A plus gros grain, il est possible d'identifier des classes Perles. Notamment, nous précisons les quatre classes de Perles suivantes :

**Perle centrée Acteur et orientées données.** Cette classe de perles organise les données relatives et appartenant à un acteur : il s'agit d'une spécialisation d'un

hypergraphe hors contexte auquel une contrainte du type « données appartenant à l'utilisateur/acteur X » est appliquée. De plus, comparé à la métaphore usuelle du bureau, l'appartenance des données est augmentée du statut social. En effet, d'un point de vue social, une donnée peut être privée, confidentielle ou publique. Le degré de partage dépend alors de son statut social. Son statut social peut être calculé à l'aide de métriques appliquées à l'hypergraphe.

**Perle centrée Acteur et orientées services.** Cette classe organise les services pour un acteur donné : il s'agit d'une spécialisation d'un hypergraphe hors contexte auquel une contrainte du type « service disponible pour l'utilisateur/acteur X » est appliquée. Cette classe permet de définir une notion de contexte pour une tâche que doit accomplir un acteur donné.

**Perle centrée données et orientées services.** Cette classe est similaire à la précédente. La différence est que la spécialisation est appliquée pour une classe de données. Par exemple, cela peut être l'ensemble des services dédiés au traitement d'images médicales : comparaison de pathologie, reconstruction 3D, etc.

**Perle sociale centrées données.** Cette classe organise les données en fonction d'un groupe d'acteurs. La structure permet de représenter comment les acteurs sont regroupés en communautés et comment les données sont partagées entre les différents acteurs et communautés.

Une Perle peut également être un arc de l'hypergraphe dont tous les sommets sont des entités de même nature : il s'agit d'une **Perle homogène**. Nous distinguons donc trois classes de Perles homogènes :

**Perle sociale.** Cette instance regroupe tous les acteurs partageant une même caractéristique (par exemple, un statut, un lieu de travail, une université, etc.) et sont reliés entre eux sous forme de graphe. Il s'agit d'une forme spécialisée du graphe d'Acteurs sous la contrainte « Acteurs avec la caractéristique X ».

**Perle de services.** De façon similaire, une instance de Perle de services regroupe tous les services partageant une même caractéristique (par exemple, selon un type, un coût d'usage, le niveau d'expertise de l'utilisateur, etc.) et sont reliées entre eux sous forme de graphe.

**Perle de données.** Une instance de Perle de données regroupe toutes les données partageant une même caractéristique. Leur regroupement est similaire à l'opération de sélection dans une base de données relationnelles. De même, leur organisation s'opère sous forme de graphe.

#### 4.5 *La Perle, représentation et implémentation d'une Perle*

Nous proposons des représentations conceptuelles d'interface utilisateurs basées sur la métaphore de la Perle pour illustrer la mise en œuvre du concept. Celles-ci sont appliquées à la gastroentérologie et ciblent les praticiens comme classe d'utilisateurs. La Figure 6 illustre ces représentations conceptuelles pour un médecin fictif, le Dr. Roger :

**Perle centrée acteur et orientée données.** La Figure 6a montre une représentation de ce type de perle : elle est centrée sur un acteur, le Dr. Roger, situé au centre de la représentation (Perle au centre) ; il est entouré par les dossiers médicaux qui lui sont propres et qu'il traite. L'organisation de ceux-ci et la distance par rapport au centre peut dépendre de différentes métriques, comme la proximité dans le temps comme les patients du jour ou le nombre de consultations. De plus, cette représentation fait apparaître le réseau socio-professionnel du Dr. Roger puisque les liens entre ses dossiers et ses confrères sont rendus visibles (Perles sociales). Grâce à la visualisation des liens, il est alors possible d'indiquer le degré de partage, et donc le statut social, des données, c'est-à-dire les dossiers médicaux.

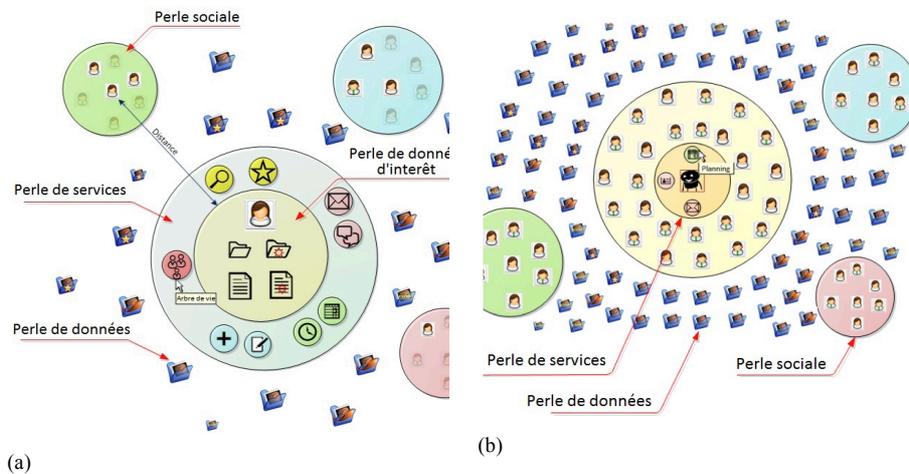


Figure 6. Représentations conceptuelles de Perles :  
(a) centrée acteur orientée services ; (b) sociale orientée données.

**Perle centrée acteur et orientée services.** La Figure 6a et 6b illustre la mise à disposition de services (Perle de services, au centre) en fonction de son activité du moment, c'est-à-dire la tâche qu'il doit accomplir. Dans cet exemple, le Dr. Roger a pour tâche de produire un compte-rendu médical suite à un examen : plusieurs services sont à disposition comme un outil d'édition de comptes-rendus structurés ainsi que des outils de communication pour demande d'expertise à des confrères.

**Perle sociale centrée données.** Cette perle représente le réseau socio-professionnel du Dr. Roger pour le suivi de patients. La Figure 6b représente les différents acteurs en charge du suivi d'un patient. On peut trouver tous les acteurs du monde médical regroupés en communautés (par exemple, la communauté des médecins, des étudiants en médecine, etc.) qui représentent les différents groupes du réseau socio-professionnel du Dr. Roger (Perles sociales de couleurs différentes).

Comme le montre la Figure 7b, ce type de Perle a fait l'objet d'une implémentation dans un prototype : une visualisation interactive sous forme de

graphe représente le réseau socio-professionnel du médecin complété par l'ensemble des dossiers médicaux gérés par celui-ci. Notamment, y sont représentés les relations directes et indirectes entre les différents acteurs (lignes grises), ainsi que les diverses communautés liées au Dr Roger (médecins, étudiants, etc.).

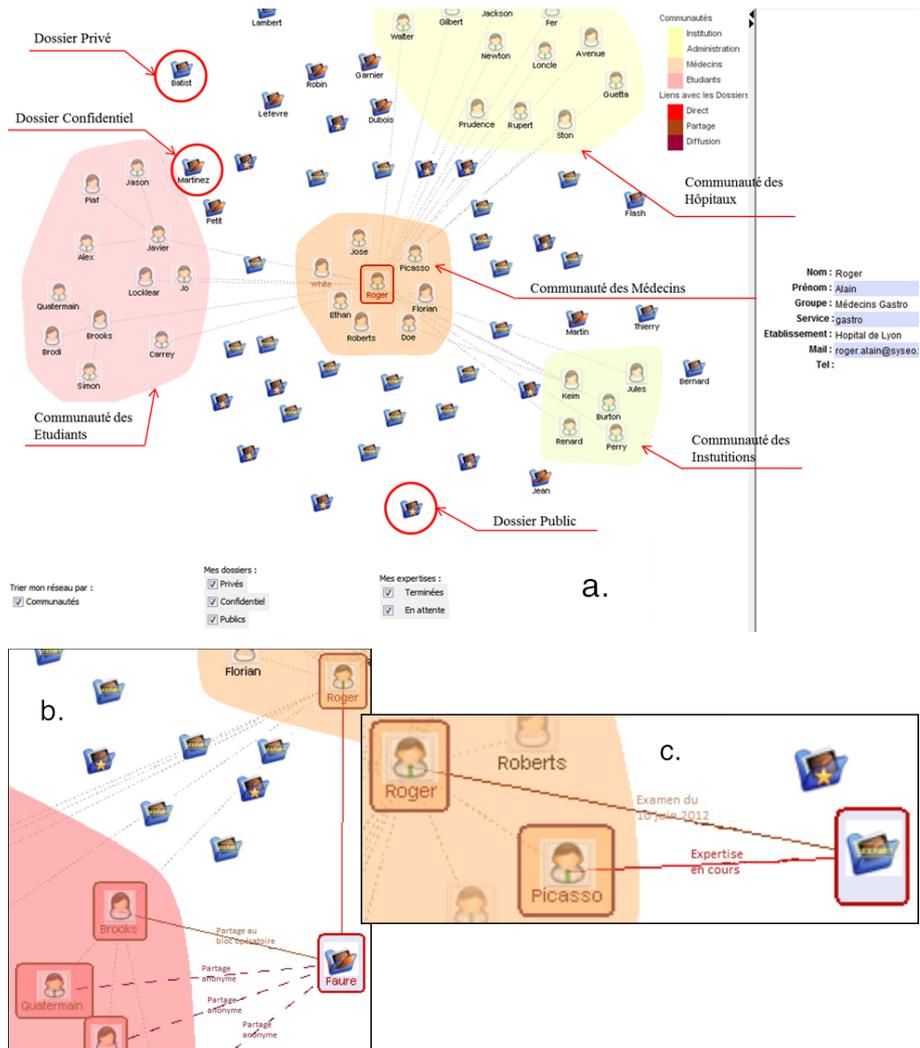


Figure 7. Perles sociales orientées données : copies d'écran du prototype.

La distance entre les icônes indique la proximité sociale entre les différents acteurs. Par exemple, la communauté des médecins (communauté orange) est la communauté qui a la plus grande proximité avec le Dr Roger. Comme le montre la Figure 7c, les liens entre les dossiers et les acteurs sont décorés par une étiquette

pour indiquer le statut de l'activité médicale en cours. Trois catégories sont considérées : (1) tâche la plus récente ou prochaine tâche à accomplir (par exemple, le dernier ou prochain examen) ; (2) nature du partage d'une donnée médicale ; et (3) traçabilité.

**Perle centrée données et orientée services.** Dans le contexte de la gastroentérologie, les données sont en grande partie les images médicales. Ainsi ce type perle (non représenté) peut être associée à une collection d'images médicales endoscopiques à laquelle sont associés des services dédiés au traitement et à la manipulation de l'image médicale comme des outils d'annotation, de comparaison et de recherche de pathologie, de mesure de polype, etc.

**Perle de services.** Dans l'exemple illustré par la Figure 6a et 6b, nous pouvons observer la présence de Perles homogènes (Perle au centre) qui regroupent différents services pour un contexte donné : outils de partage, visualisation collaborative, etc.

**Perle de données.** Un dossier médical peut être considéré comme étant une perle homogène élémentaire puisqu'elle est une collection d'informations médicales de nature différentes : images endoscopiques, comptes-rendus médicaux, ordonnances, résultats d'examen biologiques, etc. Comme le montre la Figure 6a et 6b et Figure 7, ce type de perle est symbolisé par une icône en forme de dossier. Le statut social des dossiers médicaux, visible sur l'icône, peut-être : (1) **privé** – seul le médecin référent et le patient y ont accès ; (2) **confidentiel** – le dossier privé est partagé avec le médecin traitant par exemple, ou pour une demande d'expertise; (3) **public** – le dossier est anonyme et publié pour un usage pédagogique. Il est possible d'y inclure la représentation des liens d'ordre social entre les différents dossiers, comme les liens entre dossiers pour des patients appartenant à une même famille.

La traçabilité est mise en œuvre au travers de la visualisation en indiquant la nature du partage sur un lien, direct ou indirect. Par exemple, le partage d'un dossier médical privé avec un confrère, un étudiant en stage ou l'administration, est direct. Inversement, la dissémination d'un dossier médical rendu anonyme (par exemple, entre deux étudiants) est un partage indirect. Ce type de partage est représenté par des lignes en pointillé. Par exemple, la Figure 7b montre que le dossier de Mr. Faure est partagé directement entre le Dr Roger et l'étudiante Brooks (ligne grise entre ces deux acteurs). Toutefois, ce dossier est partagé indirectement, donc anonyme, entre le Dr. Roger et trois autres étudiants via l'étudiante Brooks : des lignes hachurées violettes sont représentées entre le dossier médical de Mr. Faure et ces trois étudiants (par exemple, Simon). Cela indique ces étudiants ont un accès partiel à des données médicales non confidentielles car rendues anonymes. Une telle visualisation offre un moyen puissant pour représenter le réseau de diffusion. Ce point est crucial, comme l'ont confirmé les médecins partenaires, dans le processus de soin.

A l'aide de widgets dédiés (cases à cocher) situés dans la partie inférieure de l'interface, il est possible d'appliquer des filtres sur les données. Enfin, lorsque l'on sélectionne une entité (un acteur ou un dossier médical), des détails sont affichés dans le bandeau vertical à droite de l'IHM (Figure 7a). Ces fonctionnalités sont mises à disposition pour faciliter la navigation dans les données médicales couplées au réseau social du médecin.

## 5. Travaux existants

### 5.1 *Approche informatique sociale*

Avant l'avènement du *Cloud computing* et du *Social computing*, alors que le courrier électronique, la messagerie vocale et la messagerie instantanée étaient déjà considérés comme des outils de communication favorisant l'évolution des réseaux sociaux, Whittaker *et al.* (2001) soulignait les limites du bureau actuel face aux interfaces sociales. ContactMap est une application logicielle sociale principalement conçue pour la communication. Le bureau social est l'élément central de ContactMap: similaire aux espaces de travail partagés, il permet de structurer et de représenter visuellement l'information sociale sous forme de groupes de contacts. ContactMap est un outil alternatif basé sur la métaphore du bureau actuel, ne traitant que des activités de communication, sans considérer la dimension sociale des données.

Le bureau social, décrit par Pham (2010), revisite la métaphore du bureau en intégrant le *Cloud Computing* et le *Social Computing*, à l'aide du concept de « *user-created groups* ». Ce concept étend la métaphore du dossier pour y ajouter les fichiers, les humains et les applications. Ainsi, une instance unique d'un objet peut être incluse dans différents groupes. Ce bureau social facilite alors le partage et l'accès aux données : l'accès est implicitement accordé aux différents membres d'un même groupe, permettant le partage de fichiers. Ce travail est très proche de notre approche. Cependant, la dimension sociale n'est envisagée qu'au travers du concept de « *user-created groups* ». Semblables aux « *user-created groups* » de Pham, notre proposition est d'élargir la métaphore du dossier en intégrant la valeur sociale des données. Alors que la proposition de Pham réside en une représentation uniquement centrée sur les relations entre acteurs, notre approche, elle, fusionne deux points de vue : les données et les acteurs. De plus, la vue d'une donnée peut être restreinte ou élargie en fonction de deux critères : le statut social des acteurs et des données, et les relations sociales entre acteurs. Ainsi, alors que l'accès aux dossiers médicaux est limité pour les étudiants, un médecin référent peut avoir un accès complet à un dossier médical géré par un gastro-entérologue.

Selon Kairam *et al.* (2010), les « *réseaux sociaux en ligne sont devenus des outils indispensables pour l'échange d'informations* ». Il est pourtant encore difficile pour les utilisateurs de cibler des parties spécifiques de leur réseau. Les cercles de Google+ sont semblables au « *user-created group* » de Pham (2010) : le réseau social de l'utilisateur est structuré en cercles permettant le partage d'informations sélectives avec des parties de son réseau social. Cependant, l'utilisateur n'est pas conscient de la diffusion de ces informations transmises à ses cercles. Comme les cercles de Google+, les Perles sociales permettent un partage plus facile et plus rapide. Le concept de la perle est poussé plus loin avec cette représentation en graphe, permettant à l'utilisateur de prendre conscience de ces échanges passés et à venir, et lui donnant un sentiment de confiance.

Un autre travail est axé sur le partage social de fichiers au sein d'une entreprise (Shami *et al.*, 2010), prenant en compte leur valeur sociale. Des métadonnées sociales sont ajoutées aux fichiers en tant qu'attributs supplémentaires, permettant une organisation différente et non-hiérarchique. En effet, la métaphore courante des dossiers et leur hiérarchisation ne sont plus adaptées pour les systèmes de partage social (Odom *et al.*, 2012). Les métadonnées vont alors faciliter la navigation (c'est-à-dire, le paramétrage de la navigation basé sur les métadonnées). Pour ce faire, les auteurs ont développé un nouveau système de partage de fichiers, Cattail. Le système est capable de révéler l'activité sociale autour des fichiers. Trois degrés de partage régulent l'accès : privés, confidentiels et publics. Ce travail est également très proche de notre approche. Toutefois, la valeur sociale des données est uniquement considérée à travers les activités extérieures (c'est-à-dire, propriétés sociales des données). En outre, le système est une vision centrée sur le fichier associée à une visualisation de ces fichiers centrée sur le temps.

Plusieurs travaux ont exploré une telle approche basée sur les métadonnées afin de promouvoir une organisation différente et plus efficace des fichiers. En particulier, Dourish (2003) a introduit la notion de « *placeless document* », paradigme basé sur les propriétés du document comprenant des propriétés externes (date de création, etc.) et des propriétés internes (par exemple, une photo de mon fils et moi-même).

Comme le suggère Shami *et al.* (2010), notre proposition est d'enrichir les données classiques avec la dimension sociale pour faciliter la navigation, comme le propose Dourish (2003). Les entités VSA permettent de paramétrer la navigation. Aussi, comme le propose Muralidharan *et al.* (2012), la valeur sociale des entités est envisagée pour rendre observable l'activité médicale autour d'un dossier (par exemple le rendez-vous du patient avec un spécialiste). Une évolution possible de l'IHM serait de décorer les relations afin d'indiquer le statut des activités (dernier échange, dernier rendez-vous, etc.).

## 5.2 *Approche à service*

Le modèle centré application de la métaphore usuelle du bureau est amené à disparaître progressivement : de plus en plus, les applications et services sont déployés au sein du *cloud* et rendues accessibles sous la forme d'applications web comme le suite Office de Microsoft ou les outils d'Adobe. Toutefois, ce mouvement vers des environnements 100% web brise la garantie de disposer d'interfaces utilisateur consistantes et ne peut que mener vers une expérience utilisateur fragmentée (England *et al.*, 2011). Une possible explication de cette fêlure est que la métaphore du bureau reflète fortement la nature locale des ressources, fermement ancrée dans la notion de localisation physique des ressources et de leur organisation hiérarchique. Cette métaphore a peu évolué pour faciliter et permettre le partage et le contrôle d'accès.

Dans le domaine du CSCW, Volda *et al.* (2008) proposent de faire évoluer le bureau actuel vers un bureau centré sur les activités, regroupant les activités

collaboratives, et ajoutant une dimension sociale. Sur l'interface Giornata, une palette de contacts est mise à la disposition de l'utilisateur, lui permettant de gérer ses contacts (individus ou groupes), facilitant ainsi le partage de fichiers.

Des travaux récents étudient l'usage de services reposant sur le *cloud* pour la santé (Van der Burg *et al.*, 2009), se concentrant sur la disponibilité des services. Les auteurs observent que le monde médical bascule d'une infrastructure orientée périphériques vers un environnement orienté services, ce qui signifie que chaque outil logiciel doit être rendu disponible pour tout dispositif d'interaction. Par exemple, un outil de visualisation d'images 3D tirées des scanners (une application très gourmande en ressources CPU) peut être rendue disponible sur PDA, que le praticien soit en consultation à l'hôpital, ou sur son PC, à son cabinet médical (Van der Burg *et al.*, 2009). Koufi *et al.* (2010) considère que les services reposant sur le *cloud* sont de plus en plus importants dans le domaine de la santé, en particulier pour les urgences, du fait de leur caractère ubiquitaire. Les auteurs définissent le *Cloud computing* comme un modèle de services à la demande qui peut faciliter le partage de l'information et réduire le besoin de stockage en local. Cette évolution pose toutefois de nombreuses questions d'ingénierie logicielle ainsi que des questions en termes d'IHM notamment du point de vue de plasticité des interfaces et de l'expérience utilisateur.

### 5.3 *Approche centrée données*

Les différents entretiens avec les professionnels de santé ont permis de mettre en évidence les limites de ces métaphores centrées données : l'information est fragmentée et distribuée dans différents services, le service de messagerie pour les échanges, le système d'information de chaque établissement de santé pour la gestion des dossiers médicaux, etc. Notre instanciation des Perles au travers du premier démonstrateur semble répondre (en partie) aux attentes et besoins des professionnels de santé.

Terrenghi *et al.* (2010) propose une nouvelle métaphore du bureau pour le *Cloud*, CloudRoom, et se concentre sur les questions de stockage et de recherche de données. CloudRoom se présente en trois plans distincts pour l'organisation des données : (1) un système de stockage persistant et à long terme ; (2) un aperçu chronologique ; et (3) un stockage temporaire pour les activités en cours. Mise à part le partage entre utilisateurs (de sessions et de données), la valeur sociale des données n'est pas prise en considération. Par rapport à CloudRoom qui s'appuie sur des vues indépendantes pour l'accès aux données, notre métaphore révèle le contexte de données telles que les orbites sociales de Sawyer *et al.* (2012) (c'est-à-dire l'emplacement physique lié à des données telles que la salle d'opération ou un cabinet médical).

L'une des évolutions pour notre prototype serait d'ajouter cette notion temporelle de la donnée, part importante du contexte de la donnée. Pour cela, une révision de l'interaction est nécessaire afin de se conformer au mantra de Schneiderman : «*Overview, zoom and filter, details-on-demand*» : «*Nous devrions*

*voir les données, les clusters, les relations et les absences de données. [...] L'utilisateur zoome sur ce qu'il veut voir, filtre ce qu'il ne veut pas et clique sur l'élément pour lequel il veut de l'information* » (Schneiderman, 2010). Une première idée serait de jumeler cette métaphore centrée utilisateur avec une visualisation temporelle (ligne de temps). Cela permettrait à l'utilisateur de ne garder que ces dossiers du jour (20 à 25 consultations par jour).

## 6. Conclusion et perspectives

Ce travail traite de la conception d'infrastructures de santé d'un point de vue utilisateur alors qu'elles sont souvent conçues d'un point de vue organisationnel ou technique : le point de vue utilisateur, c'est-à-dire le personnel de santé, est souvent oublié. Afin d'y remédier, dans le contexte de la gastroentérologie, en partenariat avec des médecins gastroentérologues et des experts dans les technologies de l'information en santé, nous avons adopté un processus participatif pour conduire une approche montante (bottom-up) afin d'identifier des requis pour la conception de telles infrastructures. Précisément, nous traitons du manque de systèmes interactifs qui offriraient des services interactifs permettant d'améliorer les pratiques en gastroentérologie. Du point de vue de l'IHM, nous traitons ce problème en proposant une approche pour la conception d'interfaces utilisateur orientées services et appliquées à la gastroentérologie.

A partir d'une approche en trois volets qui traite à la fois des aspects médicaux et des aspects relatifs à l'interaction utilisateur, nous proposons une nouvelle métaphore d'interface utilisateur orientée service, la métaphore de la Perle. Cette métaphore repose sur la conception d'entité à Valeur Sociale Ajoutée afin d'intégrer la dimension sociale des activités. Elle repose également sur une définition formelle accompagnée de propositions de représentations conceptuelles. Nous avons appliqué cette métaphore à la gastroentérologie avec le développement d'un prototype comme preuve de concept. L'approche service constitue une opportunité intéressante pour proposer des interfaces utilisateurs sensibles au contexte d'usage en fonction des ressources interactionnelles disponibles et des tâches à accomplir. En particulier, pour la gastroentérologie, cela nous permet de proposer une application interactive qui intègre le réseau socio-professionnel des médecins.

Les premiers retours des médecins montrent que la métaphore de la Perle constitue un moyen intéressant pour traiter du partage des données médicales, de la traçabilité de l'information, de la capitalisation de l'image endoscopique et donc de contribuer à l'amélioration de la qualité des soins. En perspective, nous prévoyons de développer et d'évaluer un prototype complet ainsi que d'étudier l'adaptation de l'IHM pour différents contextes d'usage (par exemple, au bloc opératoire et au cabinet médical avec des dispositifs d'interaction différents).

## Remerciements

Les recherches sont financées par le projet ANR Syséo (Technologies pour la Santé) 2010-2014. Nous remercions, en particulier, Laurent D’Orazio et Serge Torti, ainsi que les médecins A. Baetz, S. Béorchia, A. D’Orazio et T. Ponchon.

## Bibliographie

- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A.D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., (2010). A view of cloud computing. *Communication of the ACM*, vol. 53, n° 4, p. 50-58.
- Carlin, S., Curran, K., (2012). Cloud Computing Technologies. *Computing and Services Science*, vol. 1, n° 2, p. 59-65.
- Dourish, P., (2003). The Appropriation of Interactive Technologies: Some Lessons from Placeless Documents. *Computer Supported Cooperative Work*, vol. 12, n° 4, p. 465-490.
- England, D., Randles, M., Taleb-Bendiab, A., (2011). Designing Interaction for the Cloud. *Annexe des actes de la conférence ACM CHI 2011*, ACM Press, New-York, p. 2453–2456.
- Eysenbach, G., (2008). Medicine 2.0: Social Networking, Collaboration, Participation, Apomediation, and Openness. *Journal of Medical Internet Research*, vol. 10, n° 3, p. 10.
- Freeman, L. C., (1979). Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, vol. 1, p. 215-239.
- Keckley, P. H., Hoffman, M., (2010). *Social Networks in Health Care: Communication, Collaboration and Insights*. Deloitte. Référencé par le gouvernement Australien.
- Kairam S., Brzozowski, M. J., Huffaker, D., Chi, E.H., (2010). Talking in Circles: Selective Sharing in Google+. *Actes de la conférence internationale ACM CHI 2012*, ACM Press, New-York, p.1065-1074.
- Koufi, V, Malamateniou, F, Vassilacopoulos, G., (2010). Ubiquitous access to cloud emergency medical services. *Information Technology and Applications in Biomedicine*, p. 1-4.
- Kuo, M.-H., (2011). Opportunities and Challenges of Cloud Computing to Improve Health Care Services. *Journal of Medical Internet Research*, vol. 13, n° 3, p. e67.
- Lahire, B., (2010). *The Plural Actor*, Polity, Cambridge.
- Many Avila-Garcia, M. S., Trefethen, A. E., Brady, M., Gleeson, F., Goodman, D., (2008). Lowering the Barriers to Cancer Imaging. *Actes de la conférence internationale IEEE eScience 2008*, IEEE Press, p. 63–70.
- Mell, P., Grance, T., (2009). The NIST definition of cloud computing. *National Institute of Standards and Technology*, vol. 53, n° 6, p. 50.
- Morán, A. L., Rodríguez-Covili, J., Mejia, D., Favela, J., Ochoa, S., (2010), Supporting Informal Interaction in a Hospital through Impromptu Social Networking, Collaboration and Technology. *Actes de la conférence internationale CRIWG 2010*, LNCS 6257 Springer, p. 305-320.

- Muralidharan, A., Gyongyi, Z., Chi, E.H., (2012). Social Annotations in Web Search. *Actes de la conférence internationale CHI 2012*, ACM Press, New-York, p. 1085-1094.
- Nkosi, M.T., Mekuria, F., (2010). Cloud Computing for Enhanced Mobile Health Applications. *Actes de la conférence internationale IEEE CloudCom 2010*, IEEE, p. 629-633.
- Odom, W., Sellen, A., Harper, R., Thereska, E., (2012). Lost in Translation: Understanding the Possession of Digital Things in the Cloud. *Actes de la conférence internationale CHI 2012*, ACM Press, New-York, p. 781-790.
- Pham, H., (2010). User Interface Models for the Cloud. *Actes de la conférence internationale UIST 2010*, ACM Press, New-York, p. 359-362.
- Rolim, C.O., Koch, F.L., Westphall, C.B., Werner, J., Fracalossi, A., Salvador, G.S., (2010). A Cloud Computing Solution for Patient's Data Collection in Health Care Institutions. *Actes de la conférence internationale IEEE ETELEMED 2010*, IEEE, p. 95-99.
- Rosson, M.B., Carroll, J.M., (2002). *Usability engineering: Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction*, Morgan-Kaufman.
- Schneiderman, B., (2010). *Information Visualization for Knowledge Discovery*.
- Shami, N.S., Muller, M., Millen, D., (2010). Browse and discover: social file sharing in the enterprise. *Actes de la conférence internationale CSCW 2010*, ACM Press, p. 295-304.
- Terrenghi, L., Serralheiro, K., Lang, T., Richartz, M., (2010). Cloudroom: a Conceptual Model for Managing Data in Space and Time. *Annexe des actes de la conférence internationale CHI 2010*, ACM Press, New-York, p. 3277-3282.
- Van der Burg, S., de Jonge, M., Dolstra, E., Visser, E., (2009). Software deployment in a dynamic cloud: From device to service orientation in a hospital environment. *Actes de la conférence internationale ICSE 2009*, p. 61-66.
- Van Welie, M., Van der Veer, G.C., Eliëns, A., (1998). An ontology for task world models. *Actes de la conférence internationale DSV-IS 1998*, Springer, p. 57-70.
- Voida, S., Mynatt, E.D., Edwards, W.K., (2008). Re-framing the desktop interface around the activities of knowledge work. *Actes de la conférence internationale UIST 2008*, ACM Press, New-York, p. 211-220.
- Whittaker, S., Jones, Q., Nardi, B., Creech, M., Terveen, L., Isaacs, E., Hainsworth, J., (2001). ContactMap: Organizing Communication in a Social Desktop. *Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 11, n° 4, p. 445-471.
- Zhang, C., Wang, M., Harper, R., (2010). Cloud mouse: a new way to interact with the cloud. *Actes de la conférence internationale ICMI-MLMI 2010*, ACM Press, New-York, p. 13.
- Zhang, Q., Cheng, L., Boutaba, R., (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Internet Services and Applications*, vol. 1, n° 1, p. 7-18.
- Zijlstra, G. J., (1979). Networks in public policy: Nuclear energy in the Netherlands. *Social Networks*, vol. 1, n° 4, p. 359-389.