

---

# Le rôle de l'ontologie de la tâche dans un Habitat Intelligent en Télé-Santé

**Fatiha Latfi\*** — **Bernard Lefebvre\*** — **Céline Descheneaux\*\***

\* *Laboratoire de Gestion Diffusion Acquisition des Connaissances (GDAC)*  
*Dépt. Informatique, Université du Québec A Montréal (UQAM)*  
*201, avenue du Président Kennedy, Montréal (Québec), H2X 3Y7, Canada*  
*latfi.fatiha@uqam.ca, [lefebvre.bernard@uqam.ca](mailto:lefebvre.bernard@uqam.ca)*

\*\* *Laboratoire Domus*  
*Dépt. Informatique, Université de Sherbrooke*  
*2500, boul. Université, Sherbrooke, Quebec, J1K 2R1, Canada*  
*[c.descheneaux@usherbrooke.ca](mailto:c.descheneaux@usherbrooke.ca)*

**RÉSUMÉ.** *L'utilisation des ontologies pour la modélisation de la connaissance ne cesse de croître, depuis que la communauté du W3C en a fait la plaque tournante pour la sémantisation du Web. Dans ce papier, nous présentons l'ontologie de la tâche et son rôle au sein de l'architecture ontologique que nous proposons pour la modélisation du système d'Habitat Intelligent en Télé-santé (HIT). L'objectif du HIT est d'offrir un système adaptatif permettant de prolonger le maintien au domicile d'une personne vieillissante en perte d'autonomie cognitive. Son efficacité repose sur l'implication de l'acteur humain, assisté par l'acteur artificiel et consiste en un suivi du comportement de la personne. Celui-ci dépend du profil initialement défini de la personne, de l'évolution de son état de santé et de toutes les activités susceptibles d'être accomplies au sein de l'habitat et qui sont caractérisées par l'ontologie de la tâche.*

**ABSTRACT.** *The use of ontologies for knowledge representation is more widespread than ever. This is particularly true since its adoption as a standard for the semantic web by the W3C. In this paper, we present the Task Ontology and its role within the ontological architecture we propose for modeling the system of the Telehealth Smart Home (TSH). The main objective of the TSH is to offer an adaptive system that will enable an elderly person in loss of cognitive autonomy to continue to live an independent life at home as long as possible. Its effectiveness depends on the involvement of the human actor, assisted by the artificial actor, and consists of a follow-up of the occupant's behaviour in his environment. This one depends on the occupant's medical profile as initially defined, on the evolution of his health status, and on all the activities likely to be carried out within the habitat and which are characterized by the task ontology.*

**MOTS-CLÉS :** *Ontologie, OWL, Protégé2000, Vieillesse cognitive, Habitat Intelligent en Télé-Santé, Réseaux bayésiens.*

**KEYWORDS:** *Ontology, OWL, Protégé2000, Cognitive ageing, TeleHealth Smart Home, Bayesian networks.*

---

## 1. Introduction

Le monde actuel est en transition vers des sociétés vieillissantes, en raison de la révolution que connaît la situation démographique contemporaine. Celle-ci se caractérise par l'augmentation de la proportion des personnes âgées par rapport à la totalité de la population. Elle est communément désignée par le vieillissement de la population. Ce phénomène s'accompagne d'un accroissement du nombre de pathologies, parmi lesquelles on peut citer la maladie d'Alzheimer, qui posent des défis qui sont médicalement encore insurmontables.

Néanmoins, la volonté d'en atténuer les effets, pousse à la recherche de solutions intermédiaires dont celle de l'Habitat Intelligent en Télé-santé (HIT). L'objectif du HIT est d'offrir un système adaptatif contribuant à la surveillance ainsi qu'au confort de la personne vieillissante en perte d'autonomie cognitive, que nous désignerons par la suite, le *Patient*. Pour y arriver, plusieurs ressources, humaines et matérielles, sont mises à contribution. Or, pour que le système soit à la hauteur des espérances, il doit disposer d'une représentation fidèle et adéquate de toutes les connaissances nécessaires à ses composantes. Ceci permet une initialisation et une instanciation efficaces du système ainsi qu'un suivi adéquat du comportement du patient dans son environnement. Ce suivi dépend du profil initialement défini, de l'évolution de son état de santé, mais aussi de toutes les activités qu'il est susceptible d'accomplir au sein de l'habitat.

L'utilisation des ontologies pour la modélisation de la connaissance ne cesse de croître, depuis que la communauté du W3C en a fait la plaque tournante pour la sémantisation du Web et a recommandé OWL (Web Ontology Language) comme langage de représentation des ontologies. L'objectif d'une telle démarche est de permettre l'interopérabilité entre les différentes ressources du Web ainsi qu'une communication adéquate entre la machine et l'humain. C'est aussi l'objectif recherché de l'architecture ontologique que nous développons dans le cadre du HIT.

Les sept principales ontologies qui composent cette architecture concernent l'habitat, l'équipement, la personne, le comportement, les tâches, les applications logicielles et la décision. Dans ce papier, nous présentons l'ontologie de la tâche et son rôle au sein de l'architecture en général, par rapport à l'ontologie du comportement du patient en particulier. Cependant, même si l'objectif principal de cette ontologie est de décrire les différentes tâches susceptibles d'être exécutées par le patient au sein de l'habitat, elle ne se limite pas seulement à cet aspect. En effet, comme nous allons le voir dans la partie la concernant (section 5), l'ontologie de la tâche sert à décrire aussi bien les tâches du patient et celles de l'acteur que celles du système lui-même. Mais avant, pour bien situer le lecteur, nous donnons à la section 2 un bref aperçu de la problématique du vieillissement cognitif et ses conséquences aussi bien sur le plan personnel que collectif. La section 3 (appuyée d'un exemple) servira à décrire l'architecture de l'Habitat Intelligent en Télé-santé. L'architecture ontologique est présentée au niveau de la 4<sup>ème</sup> partie.

## **2. Contexte : le vieillissement de la population, un phénomène inquiétant**

Le vieillissement de la population, compris dans le sens de l'augmentation de la proportion des personnes âgées par rapport à l'ensemble de la population, inquiète de plus en plus les sociétés occidentales, même s'il ne leur est pas spécifique, au point de faire l'objet de recherches et d'études au niveau mondial.

Le vieillissement de la population est la conséquence des progrès technique et scientifique qui ont fait que l'espérance de vie soit toujours à la hausse. Il est aussi le résultat de l'évolution des habitudes de vie des populations occidentales, dont la baisse du taux de natalité, due particulièrement à des considérations socio-économiques.

Un autre aspect qui ajoute à la gravité du problème, est l'éclatement de la cellule familiale. En effet, la personne âgée n'a plus sa place au sein de la famille comme autrefois. Elle est souvent condamnée à finir ses jours dans une maison de repos (ou de retraite), sans tenir compte de son désir de rester chez elle, même seule.

Le vieillissement est une étape de la vie à laquelle presque personne n'échappe. C'est un phénomène naturel qui peut se dérouler normalement pour certains et de façon pathologique pour d'autres. L'une des variantes du vieillissement pathologique est la maladie d'Alzheimer.

### ***2.1. Le vieillissement cognitif et la maladie d'Alzheimer***

Un cerveau âgé, ayant perdu beaucoup de cellules et dont le tissu a rétréci, diffère beaucoup du cerveau d'un jeune-adulte (Park, 2000).

Les recherches sur le vieillissement cognitif ont permis de redonner espoir à l'humanité. En effet, les progrès réalisés dans le domaine permettent une détection plus précoce des pathologies liées au vieillissement, ce qui devrait à terme permettre de mieux se préparer aux étapes suivantes et d'y remédier en partie. Hélas, dans l'attente de ces jours meilleurs, certaines pathologies liées à l'âge continuent de préoccuper les différentes instances de la société, et en particulier la maladie d'Alzheimer.

La maladie d'Alzheimer est une forme de démence qui affecte de plus en plus de personnes âgées, généralement après l'âge de 65 ans. Elle est le résultat de changements qui s'opèrent graduellement dans le cerveau longtemps avant que la maladie se manifeste clairement par la constatation de symptômes et de changements dans le comportement de l'individu.

Dans l'état actuel des choses, la maladie d'Alzheimer demeure incurable. Le nombre de cas ne cesse d'augmenter, parallèlement à l'accroissement de la tranche des personnes âgées par rapport à la population totale. Les associations de l'Alzheimer parlent de plus de 25 millions de cas dans le monde.

Devant ce triste constat, l'idée d'offrir un peu de confort aux personnes âgées et spécialement à celles en perte d'autonomie cognitive, est justifiée et ne cesse d'intéresser différentes communautés de recherche. L'une des solutions possibles est ce qu'on appelle un système d'*Habitat Intelligent en Télé-santé (HIT)*.

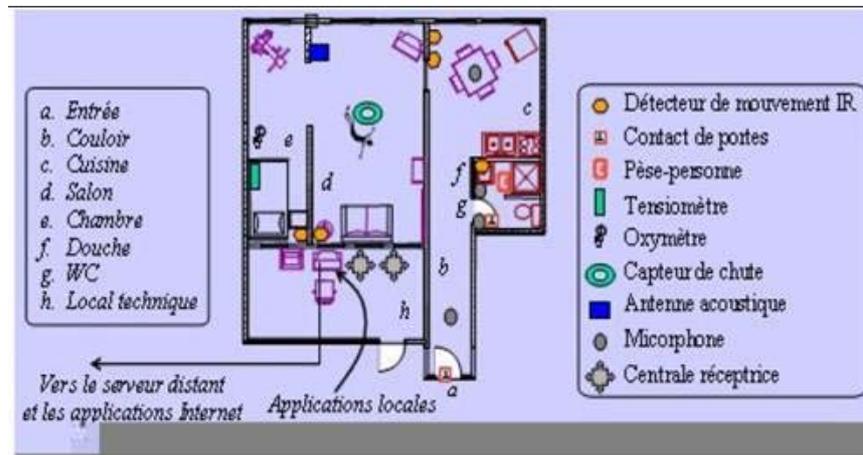
### **3. Habitat intelligent en télé-santé (HIT)**

L'Habitat intelligent est un système qui consiste à offrir un environnement intelligent à la personne vieillissante en perte d'autonomie cognitive. L'intelligence d'un tel système n'est pas mesurable tel le quotient intellectuel (QI) d'une personne. Elle correspond plutôt à la capacité et l'efficacité d'adaptation de l'habitat aux besoins particuliers de l'occupant.

L'habitat intelligent repose sur deux composants essentiels (Pigot, 2003). L'un est fixe et composé de détecteurs de mouvements et de matériels électroniques installés dans le logement. L'autre est mobile et consiste en capteurs portés par l'occupant. Le rôle de l'HIT consiste à assister le sujet et à prévenir tout risque (immédiat ou à long terme) pouvant mettre sa vie en danger.

Des habitats intelligents prototypes ont déjà fait l'objet d'expérimentation. Cependant, la recherche dans le cadre des HITs est un domaine très vaste et soulève des problématiques scientifiques multidisciplinaires, qui constituent des défis de taille. Cela pousse les membres de la communauté de recherche à se spécialiser dans des projets s'intéressant à une pathologie spécifique. (Descheneaux, 2007) en donne un aperçu, en voici quelques références : (Demitris et al. 2004), (Elzabadani et al., 2005), (Essa, 1999), (Martin et al., 2005), (Mynatt et al., 2000), (Rantz et al., 2005), (Rogers et al., 2003)..

La figure 1 donne un aperçu du projet de l'équipe AFIRM du laboratoire TIMC-IMAG, de l'université Fournier de Grenoble sous la direction de Vincent Rialle (Rialle et al., 2002). Il s'agit d'un habitat installé au sein du Centre Hospitalier Universitaire, pour fins d'expérimentation et simulation, supportées par un système complet de traitement de l'information allant de la perception à l'analyse complète des données.



**Figure 1.** Vue d'un Habitat intelligent en Télé- Santé

#### 4. Architecture ontologique du système de l'HIT

##### 4.1. Le concept d'ontologie : un petit historique

Le concept d'ontologie a été popularisé par l'ouvrage de Wolff, intitulé "*Philosophia prima sive ontologia methodo scientifica pertractata, qua omnes cognitionis humanae principia continentur*" et publié pour la première fois en 1730 (Corazzon, 2004). Cependant, son origine remonte à beaucoup plus loin dans l'histoire. En effet, à l'époque d'Aristote, ce terme a été utilisé pour signifier ce que la métaphysique ne peut être : science de l'être en tant qu'être ou "*Science of being as such*" (Inwagen, 2001) ou "*being qua being*" (Jacquette, 2002), science qui devra permettre de déterminer quelles entités existent (... *ontology is the attempt to say what entities exist*) alors que la métaphysique se charge de leur description (*Metaphysics, by contrast, is the attempt to say, of those entities, what they are*) (Dictionary of Philosophy, 2004).

En informatique, la définition du concept d'ontologie faisant l'objet de "consensus" est celle de (Gruber, 1993) : "... *a formal explicit specification of a shared conceptualization for a domain of interest.*"

## 4.2. Les ontologies du HIT

Sept principales ontologies composent l'architecture ontologique.

Elles ont été développées à l'aide de Protégé, outil d'acquisition de la connaissance qui a été créé en juillet 1987. Protégé est dédié depuis le début aux applications médicales, mais son utilisation s'est généralisée à plusieurs types d'outils et d'applications basées sur la connaissance (Holger, 2004). Son architecture modulaire et flexible a permis l'ajout de plusieurs modules dont celui basé sur OWL (Web Ontology Language), lui permettant de supporter la technologie du Web Sémantique pour la construction des ontologies.

L'utilisation d'OWL est recommandée par la communauté du W3C dans le cas où le traitement du contenu des documents par les machines est nécessaire. Le but étant de rendre plus explicite la signification des termes d'un vocabulaire ainsi que celle des relations les régissant (McGuinness et al., 2004). Par ses objectifs, OWL s'avère le langage permettant de développer des ontologies distribuées, compatibles avec les standards du Web<sup>1</sup>.

La figure 2 représente l'architecture ontologique globale du HIT (Latfi et al., 2007 FICCDAT).

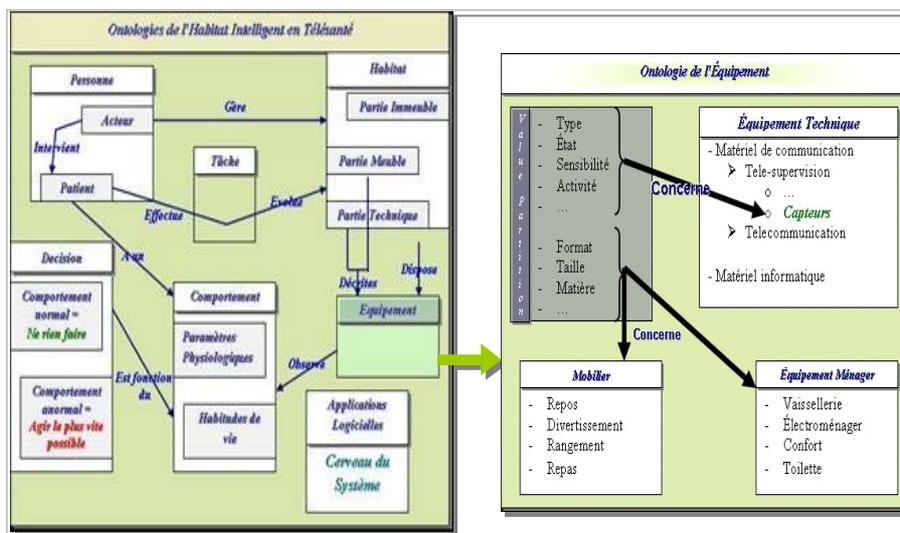


Figure 2. Architecture ontologique du système d'HIT

1. <http://www.w3.org/2003/08/owlfaq.html>

Dans la suite du document, nous présenterons brièvement l'ontologie de la personne, bénéficiaire (patient) et gestionnaire (acteur) de l'habitat. Nous parlerons aussi de l'ontologie de l'équipement dont le rôle est de permettre principalement le suivi du comportement du patient, via les capteurs. Nous détaillerons finalement l'ontologie de la tâche, faisant l'objet de l'actuelle soumission.

#### 4.1. *Ontologie de la personne*

La maladie d'Alzheimer est progressive et dégénérative dans la mesure où les cellules du cerveau continuent de dégénérer avec le temps. La personne qui en est atteinte souffre de la perte de mémoire, voit diminuer ses facultés de jugement et de raisonnement. Elle est aussi sujette aux changements d'humeur et de comportement. Cependant, même s'il y a un consensus plus ou moins unanime sur le nombre d'étapes de la maladie (légère, modérée et sévère), aucune personne ne connaît le même processus d'évolution de la maladie. Il est par ailleurs prouvé qu'il y a des facteurs de risque qui prédisposent à la maladie d'Alzheimer. Inversement, une personne atteinte de cette maladie court un haut risque de souffrir d'autres pathologies (facteurs de risque).

Dans la conception de l'ontologie de la personne, nous avons essayé de tenir compte de ces éléments. De ce fait, elle se compose de deux parties principales : celle concernant la personne et celle concernant l'historique des antécédents en particulier médicaux du patient.

La partie consacrée à la description de la personne se décompose elle-même en deux sous parties. La première consiste à décrire la personne bénéficiaire de l'habitat qu'on nomme le patient (*Patient*), alors que la deuxième décrit la personne chargée d'assurer le bon fonctionnement de cet habitat, nommée acteur (*Actor*). L'acteur peut être une personne physique (être humain) ou morale s'il s'agit d'une fonction en lien avec l'habitat. Trois types d'acteur sont donc définis dans l'ontologie.

- Un acteur médical (*Medical-staff*) qui décrit toutes les personnes pouvant intervenir pour assurer des soins de santé, physique ou mentale au patient;
- L'acteur décrit par *Habitat-staff* est impliqué dans la gestion sous toutes ses formes de l'habitat;
- Le troisième type d'acteur définit tous ceux qui s'impliquent dans la gestion de l'habitat ou le soutien au patient mais de manière totalement bénévole. Il s'agit dans ce cas de proches ou amis du patient, ainsi que de simples volontaires.

La deuxième classe intitulée *Medical-history* a un rôle très important à jouer dans la mesure où elle permet d'étendre la classe *Patient*. En effet, elle décrit les antécédents médicaux du patient ainsi que les facteurs de risque déclencheurs ou résultants de la maladie de l'Alzheimer ou de maladies connexes, reliées en général

au vieillissement. Ces maladies peuvent être temporaires (normales) ou chroniques, physiques ou intellectuelles.

La partie gauche de la figure 3 (Latfi et al., 2007 OWLED), présente quatre grandes classes. La classe **Deficiency** permet de décrire toutes les déficiences (**Intellectual-deficiency**, **Physical-deficiency**) dont peut souffrir le patient. La classe **Disease** permet d'énumérer les différentes maladies dont le patient peut avoir été atteint. Ceci permet de faire un suivi de l'état de santé du patient et de mieux connaître certains de ses agissements ou comportements anormaux. La classe **Prescribed-medication** permet de fixer au moment de l'instanciation de l'ontologie, les règles d'hygiène et de médication à suivre pour le patient. Finalement, la classe **Risk-factors** donne une description des maladies considérées comme facteurs de risques liés à la maladie d'Alzheimer. Dans le cas de l'HIT, le patient est déjà une personne atteinte de l'Alzheimer et donc ces maladies peuvent être considérées comme conséquences et leur détection est très importante. Parmi elles figurent le diabète (**Diabetes**) et l'hypertension artérielle (**Arterial-hypertension**).

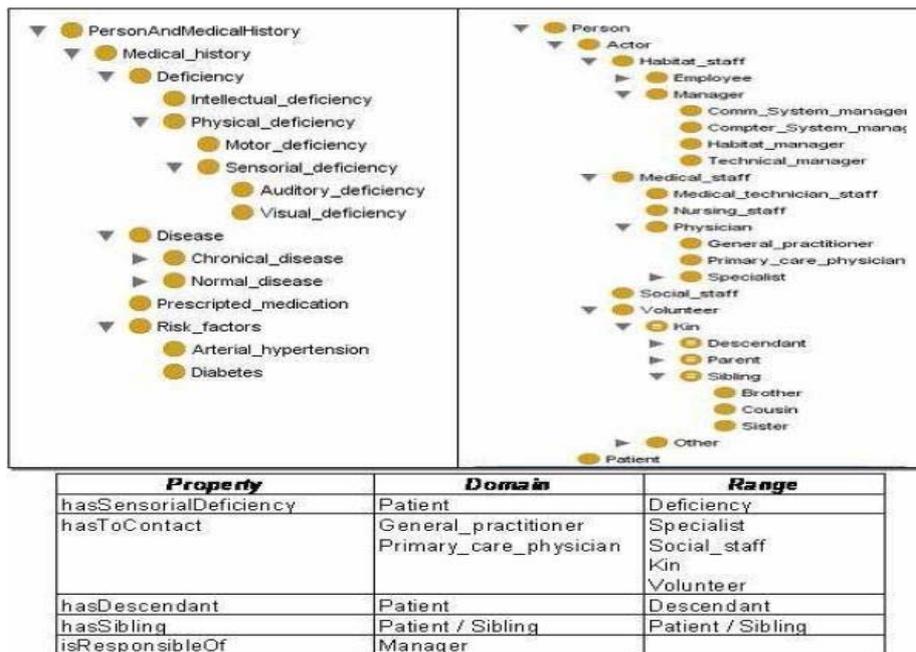


Figure 3. Vue de l'ontologie de la personne et quelques relations

## 4.2. Ontologie de l'équipement

L'ontologie de l'équipement sert à décrire l'équipement faisant (ou pouvant faire) partie de l'environnement du patient dans son habitat habituel. Cette ontologie a fait l'objet d'une soumission antérieure dans le cadre du festival de conférences internationales relatives aux prestations de soins, aux incapacités, au vieillissement et à la technologie<sup>2</sup>.

En résumé, l'ontologie de l'équipement consiste en 3 classes principales. Ce sont l'équipement mobilier (*Furniture\_equipment*), l'équipement ménager (*Household\_equipment*) et l'équipement technique (*Technical\_equipment*). En fait, les deux premières classes servent à décrire les outils manipulés ou pouvant être manipulés par le patient, alors que la troisième décrit l'équipement technique et particulièrement les capteurs dont le rôle est primordial. Ceux-ci ont pour fonction de véhiculer toutes les informations nécessaires (et possibles selon la configuration initiale de l'Habitat et de ses différentes composantes) concernant le patient, vers l'entité responsable de sa sécurité. La figure suivante donne un aperçu de ces trois classes (Latfi & al, 2007 OWLED).

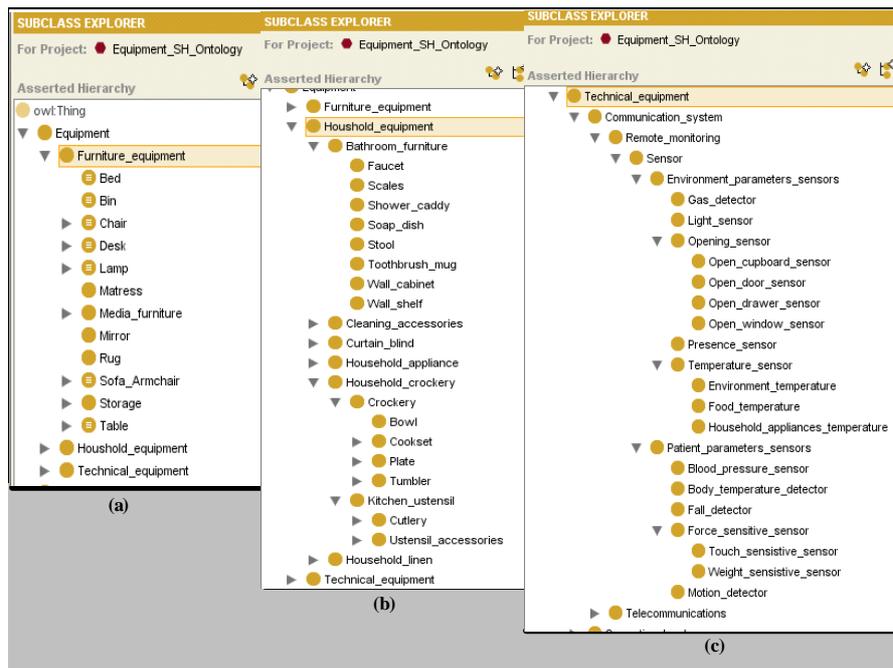
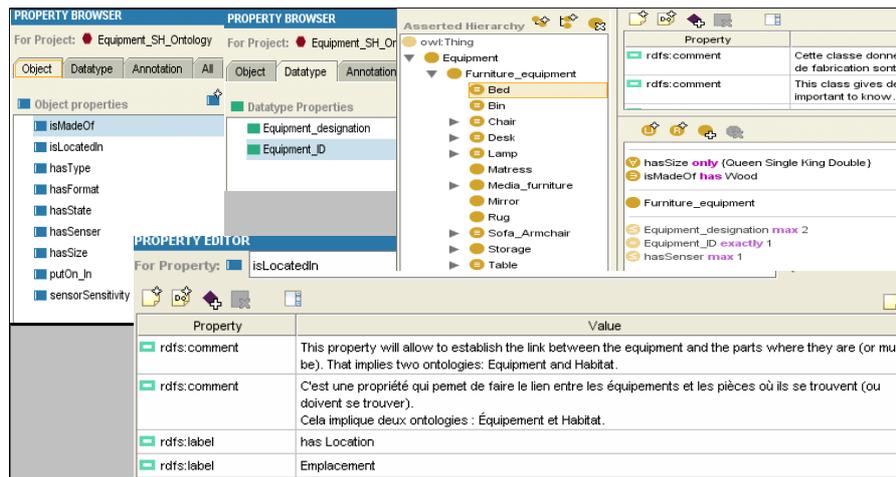


Figure 4. Structure de l'ontologie de l'équipement

2. FICCDAT: Festival of International Conferences on CAREGIVING, DISABILITY, AGING AND TECHNOLOGY.

Des relations (propriétés) sont définies pour décrire les liens entre les différentes classes, particulièrement entre l'équipement technique et le reste, ainsi que différentes restrictions touchant à l'utilisation de certains paramètres. La figure suivante illustre un exemple d'utilisation.



**Figure 5.** Relations, Propriétés et leur utilisation dans des restrictions

L'équipement installé dans l'habitat, ainsi que celui porté par le patient joue un rôle important dans le suivi du patient dans son environnement. En effet, dans l'habitat, le patient est appelé à évoluer « normalement », et à réaliser un ensemble d'activités, lesquelles participent à la définition de son profil comportemental. Une activité correspond à un ensemble de tâches ou de sous-tâches simples (Descheneaux, 2007).

### 4.3. Ontologie de la tâche

La définition qui inspire notre conception de l'ontologie de la tâche dans le cadre du HIT est celle qu'on trouve dans le Petit Robert, où une tâche correspond à "un travail précis qu'on doit exécuter." Cette description des tâches accomplies ou à accomplir par chacune des parties impliquées dans le système du HIT, permet d'accroître l'efficacité du suivi du comportement du patient. Elle permet aussi une bonne interaction entre les différentes ressources du système. En effet, les tâches spécifiques aux acteurs sont définies en fonction de leurs rôles et de leurs liens envers le patient. Cela détermine aussi le lieu de l'exécution de la tâche (à l'intérieur de l'habitat ou à distance). L'exemple le plus simple étant celui du médecin traitant du patient, dont le rôle est d'assurer le suivi médical de ce dernier. Deux possibilités

lui sont offertes. Une visite (à domicile) en personne (de routine) et un suivi à distance via le réseau. Dans ce dernier cas, des informations concernant l'état de santé du patient lui sont proposées par l'interface du système, car disponibles dans le système qui a la responsabilité de conserver et d'organiser ce type de données et aussi parce que le médecin en a besoin pour assumer sa tâche de suivi médical.

#### 4.3.1. Structure de l'ontologie de la tâche

Pour mieux permettre de savoir qui fait quoi, nous avons procédé à une distinction très simple au niveau du type de tâche, selon qu'elle est accomplie par l'humain ou par l'agent artificiel (le système). Ainsi l'ontologie de la tâche se compose au départ de deux classes principales intitulées **Human\_task** (tâche réalisée par l'humain) et **System\_task** (tâche incombant au système).

– La classe **Human\_task** elle-même se décompose en deux sous-classes qui définissent le type de tâche selon qu'elle est exécutée par le patient (**Patient\_task**) ou par l'acteur (**Actor\_task**).

- **Patient\_task** est la classe permettant de décrire les tâches pouvant être excusées par le patient à l'intérieur de l'habitat. Comme nous le verrons dans la figure 6, la liste des tâches du patient ne concerne pas seulement celles qu'il est censé exécuter de manière routinière. Cette liste englobe aussi quelques spécificités sous forme d'agissements occasionnels. Cela permet de renforcer la précision du suivi du patient entre autres. Il est à noter cependant que même si l'équipement installé dans l'habitat peut le permettre, des considérations éthiques concernant la vie privée des personnes, limitent la prise en compte de tels gestes.

- **Actor\_task** est la classe qui permet de spécifier les tâches dont l'acteur est responsable. Le nombre ainsi que les types de tâches définies à ce niveau dépendent du nombre de personnes impliquées dans la gestion du système et aussi de la nature de leurs rôles.

– La classe **System\_task**, décrit toutes les tâches devant être exécutées à distance par le système lui-même. Comme l'objectif du système est d'être un assistant cognitif pour le patient, ces tâches sont la télé-surveillance (**Monitoring\_task**), la télé-assistance à la tâche (**Assisting\_task**), et le télé-conseil (**Advising\_task**).

- **Monitoring\_task** : le rôle de la télé-surveillance consiste à transmettre un ensemble de données représentant différents types de paramètres et provenant de capteurs installés dans le logement ou portés par le patient, à l'unité responsable du traitement de ces données en vue d'un usage approprié. Cette classe définit donc les différentes tâches qui permettent au système d'observer le patient à distance, permettant de ce fait une évaluation continue de son évolution quotidienne dans son environnement.

- **Assisting\_task** : la télé-surveillance permet d'établir et maintenir le profil physiologique et comportemental du patient. Cela permet par conséquent de détecter les situations nécessitant une assistance. Comme exemple, on peut citer le cas où le patient oublie de fermer le robinet suite à un trouble d'attention. Le système dans ce

cas peut déterminer les actions à entreprendre pour le faire réagir, via une interface usager adaptée.

- *Advising\_task* : cette classe permet de décrire toutes les tâches qui ont pour but d'aider le patient à surmonter d'éventuels « obstacles ». Si par exemple, le patient aux prises avec la maladie d'Alzheimer, développe de mauvaises habitudes alimentaires ainsi qu'un déclin progressif de l'hygiène personnelle (Descheneaux, 2007), le système peut agir à titre de conseiller sur les heures de repas et celles de l'hygiène.

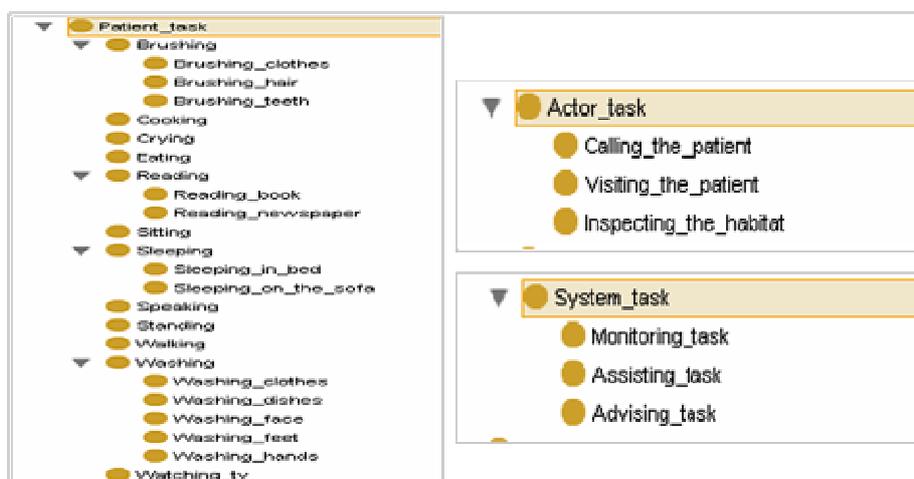


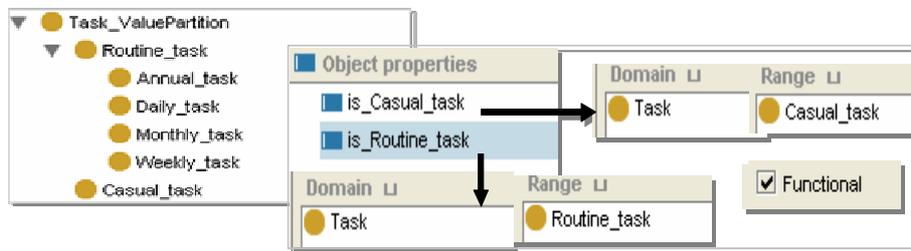
Figure 6. Ontologie de la tâche : quelques classes

#### 4.3.2. Quelques paramètres

Un ensemble de paramètres est à prendre en considération dans la description d'une tâche. Il s'agit de l'heure où la tâche est censée être exécutée, sa durée, le lieu de son exécution ainsi que l'équipement utilisé. Ces paramètres sont particulièrement importants dans le cas d'une tâche incombant au patient.

Des restrictions sont aussi définies sur certains paramètres. Certaines d'entre elles impliquent d'autres ontologies, (un équipement utilisé pendant l'exécution d'une tâche, doit exister ou sa localisation doit être dans l'habitat).

Dans la description des différentes tâches, particulièrement en ce qui concerne celles du patient, il importe de distinguer une tâche de routine d'une tâche occasionnelle. Cela permet de mieux évaluer le type ainsi que le degré de risques encourus par le patient. Cela est défini sous forme de classes qui ne font pas partie de l'ontologie à proprement parler. Il s'agit en fait de ce qu'on désigne par patron de conception (design pattern) (Rector, 2005).



**Figure 7.** Distinction tâche de routine - tâche occasionnelle

## 5. Utilisation de l'ontologie des tâches

L'objectif de l'ontologie de la tâche est d'accroître l'efficacité du suivi du comportement du patient. Les composantes du système qui participent à ce suivi utilisent donc l'ontologie de la tâche et son instanciation à diverses fins dont celles de l'initialisation et de l'assistance. Parmi ces composantes, les réseaux bayésiens sont utilisés pour la reconnaissance de l'activité que le patient est censé exécuter à un moment donné (Descheneaux et al., 2007). L'initialisation de tels réseaux se fait suite à l'instanciation de certaines ontologies.

### 5.1. Instanciation des ontologies

L'instanciation permet de faire le lien entre les différentes ontologies et les applications logicielles et permet de configurer le système dans un premier temps. Cette instanciation permet l'initialisation d'abord des ontologies de l'*habitat* et de la *personne*. Pour un habitat donné, une première configuration d'équipement est définie en fonction de la présence ou non d'un capteur. La présence ou non d'un capteur concerne aussi le patient pour qui, son état de santé ainsi que son comportement vont être instanciés par le biais de l'ontologie du Comportement ainsi que des deux classes *Patient* et *MedicalHistory* de *PersonAndMedicalHistory*. L'instanciation de la classe *Actor* permet aussi de préciser quelles personnes seront en charge et de l'*Habitat* et du soutien au *Patient*. Cette étape est suivie de celle de l'initialisation des réseaux bayésiens.

## 5.2. Les réseaux bayésiens

Les dispositifs qui équipent l'habitat intelligent (capteurs, détecteurs) ne sont pas en liaison directe avec l'activité courante. Ils ne permettent pas d'inférer avec certitude la nature de celle-ci. Comme il n'y a PAS d'absolu, nous allons chercher à savoir, dans un premier temps, quelle est l'activité qui est la PLUS PROBABLEMENT en cours par le biais d'une inférence bayésienne mis en œuvre dans le cadre de réseaux bayésiens. Dans les réseaux bayésiens, les relations causales ne sont PAS absolues. Elles sont associées à une probabilité qui indique le degré de croyance que l'on a dans un événement donné.

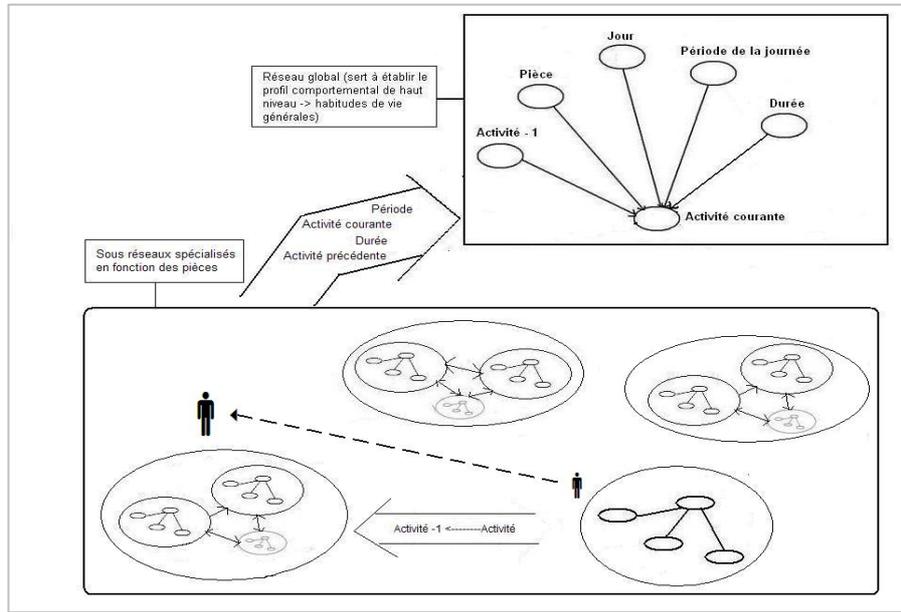
### 5.2.1. Structure globale et configuration initiale du système de réseaux

Les éléments qui vont avoir un impact sur la structure du réseau sont non seulement les différentes pièces de l'habitat et la période de la journée, mais aussi le nombre et le type des différents dispositifs de collecte d'information à notre disposition. La nature et le nombre des dispositifs en place dans l'habitat vont avoir un impact non seulement sur la structure du réseau quant à sa complexité (plus il y a de dispositifs, plus il y a de nœuds, plus il y a de liens, plus le réseau devient difficile à gérer), mais aussi sur le **degré de certitude** avec lequel on pourra affirmer qu'une activité X est bel et bien en cours.

Comme les habitats n'ont pas nécessairement le même type d'équipement, les ontologies (notamment celles de l'habitat et de l'équipement) vont être mises à contribution pour la configuration des réseaux par le biais de leur instanciation.

Dans le but de dresser le profil d'un individu en ce qui concerne ses habitudes de vie, nous utilisons un système composé de plusieurs réseaux bayésiens dont le niveau de granularité varie en fonction de leur spécialisation.

Comme le montre la figure 8, un réseau général se trouve au sommet d'une hiérarchie de réseaux. Ce réseau est dédié aux habitudes de vie générales de l'occupant (il ne servira donc pas à la reconnaissance d'activité proprement dite). Il sera alimenté par différents sous réseaux spécialisés chargés de la reconnaissance d'activité à l'intérieur d'une pièce en particulier. Dès que l'occupant entre dans une pièce et interagit avec son environnement, le réseau sous-jacent entre en action afin de déduire ce qui se passe et envoie un certain nombre d'informations au réseau global (dont l'activité courante déduite, la durée, la période de la journée, etc.).



**Figure 8.** Hiérarchie des réseaux

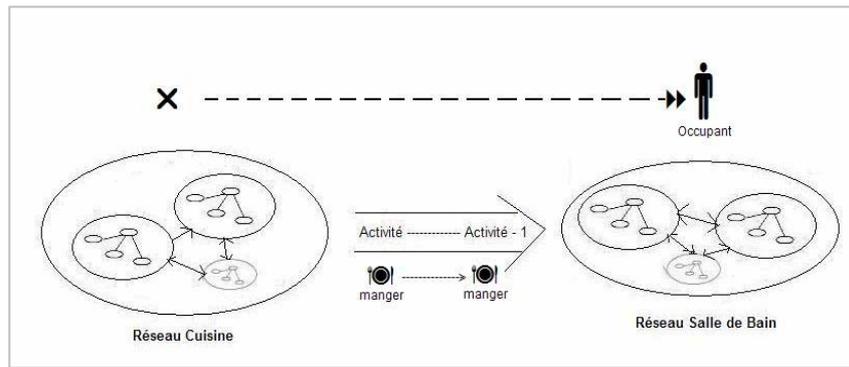
### 5.2.2. Sous réseaux spécialisés

Le lieu (pièce) où l'occupant se trouve impose une certaine limite quant aux activités qu'il est susceptible de faire. C'est donc en partant de ce principe ainsi que de celui de « diviser pour régner », que nous avons opté pour l'utilisation de sous réseaux spécialisés par pièce de l'appartement. Ces réseaux « par pièce » peuvent eux-mêmes être divisés en plusieurs sous réseaux plus petits et spécialisés en fonction de certaines zones-clés de la pièce.

Presque tous les nœuds des sous réseaux correspondent à un dispositif de collecte de données (détecteur de mouvement, détecteur d'ouverture et de fermeture de porte ou de tiroir, détecteur d'activation d'appareils électriques, détecteur de chute, etc.). Ces réseaux ont donc un niveau de granularité beaucoup plus fin que celui du réseau global. Ces informations sur ces dispositifs sont extraites des ontologies instanciées de l'habitat et de l'équipement.

Dès qu'un individu est dans une pièce, le réseau concerné est à « l'écoute ». Au fur et à mesure que l'occupant interagit avec son environnement, des capteurs sont activés ou désactivés et le réseau calcule les probabilités reliées à l'activation ou à la non activation des autres capteurs ainsi qu'à l'activité la plus probablement en cours. Lorsqu'un réseau spécialisé effectue ses calculs, il prend en considération non seulement l'information provenant des différents dispositifs de collecte de données avec lesquels il est lié, mais également l'activité précédente (*Activité - 1*)

qui a été déduite par le dernier réseau à avoir été activé. Dans la figure 9, le réseau de la salle de bain (pièce où se trouve présentement l'occupant) reçoit l'ancienne activité courante déduite par le réseau relatif à la cuisine où se trouvait précédemment l'occupant.



**Figure 9.** Interaction des différents réseaux

La figure 9 illustre (schématise) l'exemple de l'interaction entre les deux réseaux concernés par le déplacement du patient de la cuisine vers la salle de bain. L'activité la plus probable déduite par le premier réseau (dans ce cas : Manger), devient l'activité-1 pour le deuxième réseau (salle de bain). La nature de ce dernier, dépend de la zone exacte de la salle de bain où se trouve actuellement le patient. Il prend en charge la reconnaissance de l'activité en cours.

### 5.2.3. Approche « Diagnostique médical »

Nos réseaux s'inspirent de l'approche utilisée pour construire des réseaux bayésiens destinés au diagnostic médical. La raison est qu'il existe un parallèle évident entre le diagnostic médical et la reconnaissance d'activités à l'aide de différents capteurs.

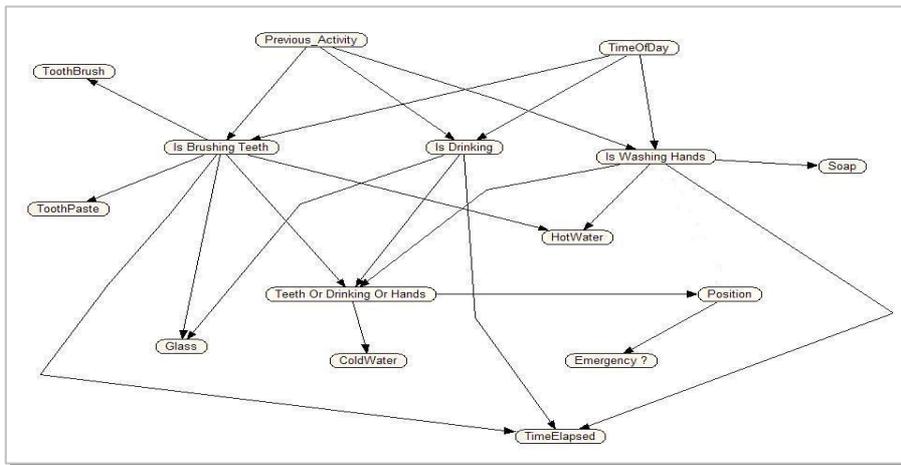
Les réseaux chargés de faire des diagnostics au niveau médical sont habituellement construits selon les règles de base suivantes :

- Les facteurs de risques sont au niveau supérieur (ce sont donc les nœuds *racines* du graphe)
- Les facteurs de risques sont reliés par des flèches aux maladies qu'ils influencent.
- Les maladies et autres conditions non observables constituent les nœuds intermédiaires (ce sont donc des nœuds avec des *parents* ET des *enfants*).

NOTE. — Il est possible d'avoir plusieurs nœuds intermédiaires reliés entre eux car plusieurs maladies peuvent s'influencer l'une l'autre.

– Les *feuilles* du graphe (nœuds sans *enfants*) représentent les symptômes observables.

La figure 10 montre une vue globale du sous réseau de la zone du lavabo/miroir. Les nœuds correspondant à l'activité précédente (*Previous\_Activity*) et à la période de la journée (*TimeOfDay*) sont considérés comme des facteurs de risque tandis que les différents capteurs et autres dispositifs (interaction de l'occupant avec son environnement) activés représentent nos "symptômes" visibles. Finalement, les nœuds des activités correspondent aux « maladies » que l'on désire « diagnostiquer ».



**Figure 10.** Réseau du Lavabo/Miroir selon l'approche diagnostique médicale

Finalement, la figure 11 (ci-dessous) illustre le cas où le sous réseau de la salle de bain chargé de la zone du lavabo déduit, en fonction des capteurs activés et non activés ainsi que des « facteurs de risque » connus, que l'activité la plus probablement en cours est « se laver les mains »..

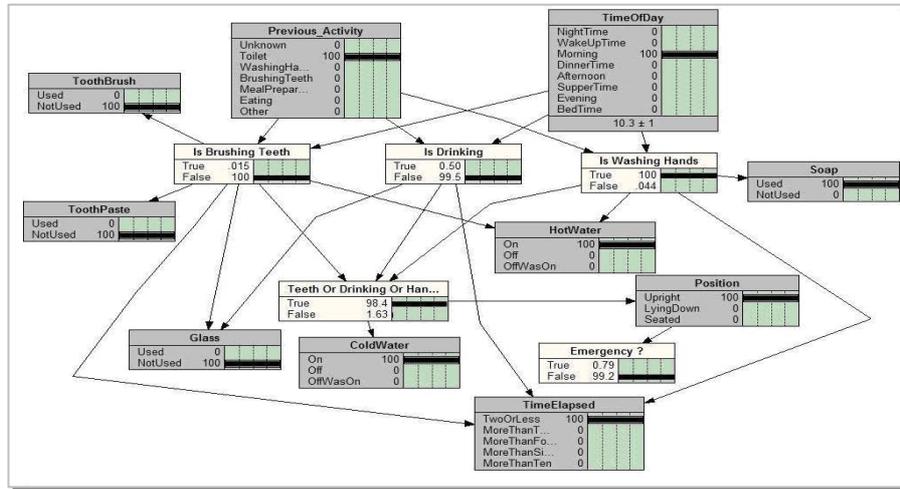


Figure 11. Dédudion de l'activité probable « se laver les mains »

### 5.3. Rôle de l'ontologie de la tâche

L'ontologie du comportement joue un rôle essentiel au niveau de l'architecture globale. Elle décrit les paramètres physiologiques ainsi que les habitudes de vie du patient. Du comportement du patient dépend toute action (ontologie de la décision) visant à assurer sa sécurité.

Le comportement est donc partiellement basé sur les séquences de tâches qui sont effectuées de manière routinière lesquelles constituent le profil comportemental du patient. Celui-ci, doit être actualisé au fur et à mesure que l'état de santé du patient évolue. L'ontologie de la tâche joue donc, à ce niveau, un rôle essentiel par le biais de la synthèse des tâches journalières qu'elle permet de décrire et qui sont reconnues par le biais des réseaux bayésiens évoqués précédemment.

Sur un autre plan, l'ontologie de la tâche permet aussi une bonne interaction entre les différentes ressources du système. En effet, la description des tâches de toutes les parties impliquées dans la gestion du système d'HIT permet la détection et la gestion d'incidents, notamment ceux qui peuvent survenir lors de la réalisation d'une tâche par un patient. Cela permet de faire appel à la ressource appropriée et susciter par exemple une assistance à la tâche ou un déclenchement d'alarme.

## 6. Conclusion

Dans ce papier, nous avons présenté l'ontologie de la tâche dans le cadre du HIT, un habitat adaptatif, destiné aux personnes âgées en perte d'autonomie cognitive, atteintes de l'Alzheimer en particulier. Nous avons montré son importance au sein de l'architecture ontologique globale du HIT, de par son rôle dans l'efficacité du suivi du comportement du patient.

En ce qui concerne le développement de notre système, une première version des ontologies est réalisée. Certaines ontologies ont d'ailleurs fait l'objet de publications dont (Latfi et al., 2007 FICCDAT) et (Latfi et al., 2007 OWLED). Aussi, des réseaux bayésiens, relatifs à la reconnaissance d'un certain nombre d'activités pouvant être effectuées dans la salle de bain, ont été réalisés dans le cadre du travail de maîtrise de C. Descheneaux (Descheneaux, 2007). Ces réseaux concernent plus exactement la région du lavabo/miroir, la région de la toilette et la région du bain/de la douche. Ce travail a aussi fait l'objet de publications dont (Descheneaux et al., 2007).

La mise au point définitive du système nécessitera une longue expérimentation et passera donc par de nombreuses phases de modifications et de validations. Cette expérimentation se fera à l'aide de deux habitats expérimentaux. Le premier est celui du laboratoire TIMC-IMAG de l'équipe AFIRM, sous la direction de Vincent Rialle (Rialle et al., 2002) à l'université de Grenoble. Le second étant celui de l'équipe DOMUS de l'université de Sherbrooke, sous la responsabilité de Sylvain Giroux et Hélène Pigot (<http://domus.usherbrooke.ca/>). D'ailleurs, nous travaillons en étroite collaboration avec les deux équipes.

## 7. Bibliographie

- Corazzon R., Descriptive and Formal Ontology. A resource guide to contemporary research. page Web, [accédée le 27 avril 2004]. Disponible à : <http://www.formalontology.it/>
- Descheneaux C., Reconnaissance d'activités de base à l'aide de réseaux bayésiens dans le cadre d'un habitat intelligent en télésanté. Mémoire de maîtrise, UQAM, 2007
- Descheneaux C., Latfi F., Lefebvre B., « Activity recognition in a smart environment » *FICCDAT*, 16-19 Juin. Toronto, Canada, 2007.
- Dictionary of Philosophy. Ontology vs. metaphysics. page Web, [accédée le 27 avril 2004]. Disponible à : <http://www.artsci.wustl.edu/~philos/MindDict/ontology.html>
- Demitris G, Rantz MJ, Aud MA, Marek KD, Tyrer HW, Skubic M, Hussam A, « Older adults' attitudes towards and perceptions of 'smarthome' technologies: a pilot study », *Medical Informatics and The Internet in Medicine*, June 2004, vol. 29, no. 2, p. 87-94.
- Elzabadiani H., Helal A., Abdulrazak B., Jansen E. « Self-Sensing Spaces: Smart Pligs For Smart Environments », *From smart homes to smart care. ICOST 2005. IOS Press*. Magog, Quebec. p. 91-98.

- Essa I.A., « Ubiquitous Sensing for Smart and Aware Environments: Technologies towards the building of an Aware Home », *Position Paper for the DARPA/NSF/NIST Workshop on Smart Environments*. 1999
- Gruber T., « A Translation Approach to Portable Ontology Specifications », *Knowledge Acquisition*, Vol. 5, p. 199-220. 1993.
- Holger K. et al. « Weaving the Biomedical Semantic Web with the Protégé OWL Plugin », *CEUR Workshop Proceedings, Electronic Edition*. p.39-47.2004.
- Inwagen P.V., *Ontology, Identity And Modality. Essays in metaphysics*. Cambridge studies in philosophy. 2001.
- Jacquette D., *Ontology. Central problems of philosophy*. General Editor ; Shand, J. 2002.
- Latfi F., Descheneaux C., Lefebvre B., "Habitat intelligent en télé-Santé : ontologie de l'équipement" *FICCDAT*, 16-19 Juin. Toronto, Canada, 2007.
- Latfi F., Lefebvre B., Descheneaux C., « Ontology-based management of the telehealth smart home, dedicated to elderly in loss of cognitive autonomy », *OWLED 2007*. June 6-7 Innsbruck, Austria.
- Martin S., Nugent C., Porter-Armstrong A. (2005). « User-Perspectives: Living and Working within a 'Smart Home' Environment », *From smart homes to smart care. ICOST 2005. IOS Press*. Magog, Quebec. p. 33-41.
- McGuinness D.L et al. OWL web ontology language overview, W3C Recommendation 10 February 2004. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>
- Mynatt, E.D., Essa I., Rogers W.(2000). « Increasing the opportunities for Aging-in-Place », *In Proceedings of ACM Conference on Universal Usability*.
- Park, D. et al. *Primer in Cognitive Aging*. Psychology Press. 2000.
- Pigot, H. et al. « The role of intelligent habitats in upholding elders in residence », *5th international conference on Simulations in Biomedicine*, Slovenia, April 2003.
- Rantz M.J., Marek, K.D., Aud M.A., Johnson R.A., Otto D., Porter R., « TigerPlace: A New Future for Older Adults », *Journal of Nursing Care Quality*, January-March 2005, vol. 20, no. 1, p. 1-4. 2005
- Rector, A « Representing specified values in OWL: 'value partition' and 'value sets' », W3C Working Group Note 17 May 2005. <http://www.w3.org/TR/swbp-specified-values>
- Rogers, W. A., and Mynatt, E. D., « How can technology contribute to the quality of life of older adults? », *In The technology of humanity: Can technology contribute to the quality of life?* p. 22-30. 2003.