

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université «ABBES LAGHROUR» KHENCHELA
Faculté des sciences et de la technologie
Département de Mathématiques et Informatique



Mémoire

de fin d'étude pour l'obtention de diplôme de master en informatique

Spécialité Sécurité et Technologie Web

Thème

***Une approche basée ontologie pour la
surveillance et l'assistance à distance des
personnes âgées***

Réaliser par :

KHIAR Abdeldjalil

BENBOUZID Ahmed

Diriger par :

Dr. DJEZZAR Meriem

SESSION : Juin 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

*Je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements et gratitude à mon encadreuse le docteur **DEZZAR** Meriem, pour sa disponibilité, pour ses précieux conseils et ses multiples interventions constructives. Je remercie aussi le docteur **SAMAM** Mounir et tous les professeurs qui m'ont enseigné et qui par leurs compétences m'ont éclairé et soutenu pendant toute la période de mes études.*

Je remercie aussi toutes personnes ayant contribué de près ou de loin, directement ou indirectement à l'aboutissement de ce travail, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance pour l'aide précieuse qu'ils m'ont apporté.

Dédicace

*Je dédie ce travail à la plus grande bénédiction de ma vie ma chère
famille,*

*Mes chers parents, j'espère qu'ils y trouveront toute ma gratitude,
merci pour votre soutien.*

Mes chers frères : Adel, Soussameddine.

Mes chères sœurs : Lamia, Chahrazed, Khaoula, et Kouka.

*A ma femme, qui n'a pas manqué de me mettre dans les
meilleures conditions, de m'encourager et me soutenir, aussi qui m'a
accordé d'aide et conseillé pour que je puisse accomplir ce travail.*

*A mes très chères enfants Alla, Soundous, que j'ai trouvé dans
leurs caresses, sourires et rires un bouffée d'oxygène pour se
relancer quand je m'ennuie.*

*A tous mes amis qui m'ont soutenu et encouragé
Kobtane Abdennor, Bechiri Soussameddine, Kabouche Amer,*

Ben beouziid Ahmed, Djermoune Ayoub

A tous les étudiants de la promotion 2022.

Khiair Abdeldjalil

Dédicace

Je dédie ce projet fi d'étude à mes chers parents, mon adorable père Belkacem mon amour ma mère Sadda, qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études.

A ma grande et petite famille, mon frère et mes sœurs qui m'ont assisté dans ma vie éducative et professionnelle.

A ma femme qui souffre pour me rendre dans les bonnes conditions.

Mes petits enfants Ibtihal et N'ouh.

A tous les amis, les collègues, qui me connaissent et m'ont assisté dans ce modeste travail.

Enfinement je n'oublierai jamais mon binôme Khiair Abdeldjalil pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce mémoire.

Benbouzid Ahmed

Résumé

Alors que le nombre de personnes âgées en perte d'autonomie augmente, la télémédecine apparaît aujourd'hui comme une solution pertinente pour assurer le maintien à domicile des seniors et les aider à avoir une meilleure qualité de vie.

L'Habitat intelligent HIT 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.

Dans ce cas, nous présenterons notre contribution, qui comprend la construction d'une ontologie du domaine de soins pour ces personnes en HIT. Les ontologies ont été choisies comme représentations en raison de leur représentation fidèle des concepts du monde et de leur adoption par la communauté du web.

La modélisation de notre ontologie sera basée sur le langage OWL que nous utiliserons sous l'éditeur d'ontologie de la méthode METHONTOLOGY et implémenté pour PROTÉGÉ

Mots clés : Perte d'autonomie, Personne âgée, Habitats Intelligents en Télé-santé (HIT), Ontologie, PROTÉGÉ.

Abstract

While the number of elderly people with loss of autonomy is increasing, telemedicine is now emerging as a relevant solution to ensure seniors stay at home and help them have a better quality of life.

The HIT Smart Home is a system that consists in providing an intelligent environment to the aging person with loss of cognitive autonomy. The intelligence of such a system is not measurable like the intelligence quotient (IQ) of a person. Rather, it corresponds to the capacity and effectiveness of adaptation of the habitat to the particular needs of the occupant.

In this case, we will present our contribution, which includes the construction of an ontology of the domain of care for these people in HIT. Ontologies were chosen as representations because of their faithful representation of world concepts and their adoption by the web community.

The modeling of our ontology will be based on the OWL language that we will use under the ontology editor of the METHONTOLOGY method and implemented for PROTÉGÉ

Keywords: Loss of autonomy, Elderly person, Smart Homes in Telehealth (SHT), Ontology, PROTÉGÉ.

ملخص

باعتبار كبار السن الفاقدين لاستقلاليتهم في تزايد مستمر، ظهر للعيان مصطلح الطب عن بعد، كحل مناسب لبقائهم في البيت وضمان تمتعهم بحياة أفضل.

HIT المنزل الذكي هو نظام هدفه ضمان بيئة ذكية لكبار السن الفاقدين لاستقلاليتهم، ولا يمكن بشكل من الأشكال مقارنة نداء هذا النظام بذكاء شخص طبيعي، فهو يتطابق بشكل فعال واحتياجات المسنين.

وعليه، تتمثل مساهمتنا في بناء علم الوجود لمجال الرعاية الصحية والنفسية للأشخاص المسنين في منزل ذكي، بتمثيلات للمفاهيم العالمية واعتمادها من طرف مجتمع الويب.

في نموذجنا لعلم الوجود اعتمدنا لغة أنطولوجيا الويب OWL، وبطريقة المنهجية METHONTOLOGY، ونفذت بنظام PROTÉGÉ وهو نظام خاص بتأليف وإنشاء علم الوجود.

الكلمات المفتاحية: الأنطولوجيا، الشخص المسن، نظام تأليف وإنشاء علم الوجود، فقدان الحكم الذاتي، البيت الذكي.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction générale	12
Chapitre 01 : Les Ontologies	15
1.1 Introduction	15
1.2 Définition	15
1.3 Les composants d'une ontologie	16
a) Concepts	17
b) Relations	18
c) Axiomes (ou règles)	18
d) Fonctions	18
e) Instances	18
1.4 Le cycle de vie d'une ontologie	19
a) Des activités de gestion de projet	19
b) Des activités de développement de logiciels	19
c) Des activités de support	19
1.5 Les Ontologies et le Web sémantique	20
1.6 Les types d'ontologie	21
1.7 Classification des ontologies	21
1.7.1 La richesse de la structure interne des ontologies	22
1.7.2 L'objet de conceptualisation	22
1.7.3 Le niveau de granularité (niveau de détail)	22
1.7.4 Niveau de formalisation de la représentation des connaissances	23
1.8 Construction des ontologies	23
1.8.1 Les modes de construction d'ontologie	23
a) La Méthode manuelle	23
b) La Méthode automatique	24
c) La Méthode mixte (Semi- automatique)	24
1.8.2 Le processus de construction d'ontologie	24
a) La Méthode manuelle	24
b) Conceptualisation	25
c) Ontologisation	25
d) Opérationnalisation	25
1.9 Méthodes de construction d'ontologie	25

1.9.1 La méthode de Bachimont	26
1.9.2 METHONTOLOGY	26
1.9.3 TOVE	26
1.9.4 L'approche SENSUS	27
1.10 Les outils	27
1.11 Applications d'ontologie	28
1.12 Conclusion	28
Chapitre 02 : La Télésanté et Habitats Intelligents	30
2.1 Introduction	30
2.2 Histoire	30
2.3 Définition	31
2.3.1 Télésanté et Télémedecine	31
2.4 Objectif	33
2.5 Champs d'application	33
2.6 Technologie de télésanté	33
2.7 L'Habitat Intelligent pour la Télésanté (HIT)	33
2.7.1 Petit historique	33
2.7.2 Définition	34
2.7.3 Champs d'études de l'Habitat Intelligent	34
a) Utilisateurs	34
b) Services	34
c) Bases de données	34
d) Fonctionnels	35
e) Systèmes d'informations	35
f) Équipements	35
2.7.4 Objectifs du HIT	35
2.7.5 Processus générale d'un système d'habitat intelligent	35
2.7.6 Principaux composants des habitats intelligents dans télésanté	36
2.8 Les Capteurs	39
2.9 Conclusion	40
Chapitre 03 : Modélisation de l'ontologie de suivi	42
3.1 Introduction	42
3.2 Processus de construction de l'ontologie	42
3.2.1 La spécification	42

3.2.2 La conceptualisation	43
a) Construction du glossaire des termes	43
b) Classer les concepts en hiérarchies	46
c) Construction de diagramme de relations binaires	48
d) Construction d'un dictionnaire de concepts	50
e) Construction de table de relations binaires	52
f) Construction de la table d'attributs	53
g) Construction de la table des instances	54
3.3 Conclusion	55
Chapitre 04 : Implémentation de l'ontologie sous PROTÉGÉ	57
4.1 Introduction	57
4.2 PROTÉGÉ Présentation	57
4.3 Étapes d'édition d'ontologie sous PROTÉGÉ-OWL	57
4.3.1 Créez un nouveau projet après avoir démarré Protégé 5.5.0	58
4.3.2 Éditer l'ontologie	58
4.3.2.1 Création des classes et la hiérarchie des classes	59
4.3.2.2 Création des relations "Object prophéties»	60
4.3.2.3 Création des attributs "Data prophéties»	60
4.3.2.4 Ajout des instances "Individuals»	61
4.3.2.5 Affichage sous forme graphique	62
4. 4 Conclusion	63
Conclusion générale	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Fréquence d'échantillonnage en fonction du type de capteur	40
Tableau 3.1 : Glossaire de termes	45
Tableau 3.2 : Dictionnaire de concepts	51
Tableau 3.3 : Tables des relations binaires	52
Tableau 3.4 : Table d'attributs	53
Tableau 3.5 : La table des instances	54

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Une ontologie dans le domaine de l'environnement	16
Figure 1.2 : Triangle sémantique	17
Figure 1.3 : Exemple d'ontologie «Animaux»	18
Figure 1.4 : Le cycle de vie d'une ontologie	19
Figure 1.5 Exemple de l'ontologie SIOC	20
Figure 1.6 : Construction d'une ontologie opérationnelle	24
Figure 2.1 : Champs d'études de l'Habitat Intelligent	35
Figure 2.2 : Modèle graphique Statique adapté au HIT	36
Figure 2.3 : L'architecture générale typique pour la technologie de la télésanté dans les HIT	37
Figure 3.1.1 : concept «Télé-surveillance»	46
Figure 3.1.2 : concept «Personne»	46
Figure 3.1.3 : concept «Habitat intelligent»	46
Figure 3.1.4 : concept «Maladie»	47
Figure 3.1.5 : concept «Document»	47
Figure 3.1.6 : concept «Activité»	47
Figure 3.1.7 : concept «Équipement»	48
Figure 3.2 : Diagramme de relations binaires	49
Figure 4.1 : Interface Principale PROTÉGÉ	58
Figure 4.2 : Création des classes	59
Figure 4.3 : Ajout des descriptions des classes	59
Figure 4.4 : Ajout les relations	60
Figure 4.5 : Ajout des attributs	60
Figure 4.6 : Ajout des instances	61
Figure 4.7 : Exemple d'inférence	62
Figure 4.8 : L'ontologie graphique	62
Figure 4.9 : Représentation du concept "Personne" sous forme graphique	63

INTRODUCTION
GENERALE

Introduction générale

Le vieillissement de la population est un fait universel qui touche la plupart des pays, en particulier les pays développés. Le vieillissement de la population mondiale a des implications économiques et sociales importantes. Une population vieillissante a besoin de plus de soins, de personnel plus qualifié pour les soutenir et d'une gestion plus efficace des ressources médicales. Cette situation nécessite de nouvelles stratégies pour les services de santé afin de répondre efficacement aux besoins de santé croissants des personnes âgées.

La stratégie du vieillissement actif proposée par l'Organisation mondiale de la santé se concentre sur l'amélioration de la qualité de vie des personnes vieillissantes, l'optimisation des opportunités de santé, de participation et de sécurité. Les technologies de la santé doivent s'appuyer sur des situations qui ne sont pas «sous contrôle», contrairement à une unité médicale, où toutes les conditions environnementales sont bien connues. Les actions de santé sont menées à partir de deux perspectives importantes : la première s'agit de renforcer et promouvoir les plans de prévention pour retarder ou prévenir les maladies chroniques, et la deuxième de traiter les maladies découvertes en temps raisonnable, en fournissant les soins et le soutien nécessaires pour minimiser leurs effets. Ces actions comprennent le développement de services de haute qualité et abordables pour fournir une continuité de soins qui comprend la promotion de la santé, la prévention des maladies, le traitement approprié des maladies chroniques et un accès équitable. Les Habitats intelligents offrent de bonnes opportunités dans ces scénarios, fournir un environnement surveillé géré par des services sensibles au contexte. Cette infrastructure est à la base de la création de services des Habitats intelligents de soins de santé intelligents. Le concept d'Habitat Intelligent pour la Télé-Santé (HIT) a pu se développer à cause de ce problème de vieillissement et des complications qui en résultent (raréfaction et délais d'attente de places en institution, coût des traitements élevés, surcharge de travail pour les fournisseurs de soins, faibles ressources financières du patient, contraintes géographiques des établissements de santé, etc.).

L'objectif de HIT est d'offrir aux patients une meilleure qualité de vie. Il est basé sur des informations comportementales, environnementales et physiologiques recueillies auprès des patients.

Avec les avancées technologiques actuelles, des logiciels et des applications ont été développées pour traiter directement ces données, et des ontologies génériques ont également été utilisées pour s'adapter à différentes pathologies et différents types de capteurs et de données, moteur d'inférence utilisé pour suivre l'évolution de la santé des patients.

Parmi les principaux problèmes associés au vieillissement de la population figure l'incapacité d'accomplir seule certaines activités de la vie quotidienne en raison d'une diminution des capacités physiques et/ou mentales, qui est bien une perte d'autonomie. Plus ou moins vieux.

La perte d'autonomie peut survenir brutalement (généralement à la suite d'un accident) ou elle peut survenir graduellement au fur et à mesure que les capacités physiques et mentales d'une personne se détériorent.

Ensuite, le sujet de ce mémoire est de construire une ontologie de domaine pour la prise en charge des personnes âgées en perte d'autonomie dans les habitats intelligents. Pour le développement de cette ontologie, un processus de construction d'ontologie doit être suivi, qui consiste en un ensemble de phases spécifiées de manière très détaillée afin de définir le périmètre et d'aboutir à une ontologie satisfaisant aux exigences.

Nos objectifs de travail sont :

- Une description détaillée du processus de construction de l'ontologie, à partir des connaissances primitives jusqu'à atteindre une ontologie opérationnelle exprimée dans le langage OWL. Pour ce faire, vous devez passer par cinq étapes : normalisation, conceptualisation, formalisation, opérationnalisation et évaluation.
- Travailler sur la représentation des connaissances pour un système pouvant apporter une aide pertinente aux personnes âgées en perte d'autonomie au moment et à l'endroit qui leur conviennent.

Ce mémoire est composé de 4 chapitres :

Le premier chapitre : Dans ce chapitre nous allons mettre en relief quelques notions de base : l'origine philosophique du terme, sa définition en ingénierie des connaissances, la manière de concevoir et de réaliser une ontologie, ses différents composants, le processus de construction et enfin les méthodes et les outils qui existent pour leur construction.

Le deuxième chapitre est consacré à deux concepts : Premièrement : nous allons essayer de clarifier les concepts de « télémédecine » et de « télésanté » : leurs objectifs, leurs domaines d'application et les technologies utilisées. Deuxièmement : le concept de maison intelligente, sa définition, ses objectifs et les différents domaines de recherche. Ensuite, nous donnerons un processus général du système de maison intelligente et les principales composantes de la maison intelligente en télémédecine.

Le troisième chapitre est consacré à la modélisation de l'ontologie de suivi des personnes âgées en perte d'autonomie dans un habitat intelligent, pour réaliser ça on va suivre les étapes de la méthode "METHONTOLOGY" cette méthode va nous permettre de concevoir un modèle conceptuel bien détaillé de notre ontologie qu'on peut par la suite facilement le rendre opérationnelle et exploitable par un ordinateur.

Le quatrième chapitre consiste à l'implémentation de l'ontologie conceptuelle obtenue dans le troisième chapitre avec le langage de représentation des connaissances (ontologies) recommandé par la communauté du W3C pour la sémantisation du Web OWL : Web Ontology Language, pour faire ça on va utiliser l'éditeur d'ontologie PROTÉGÉ 5.5.0 pour l'édition, l'instanciation et l'interrogation de notre ontologie.

CHAPITRE 01

Les Ontologies

1.2 Introduction :

L'ontologie tente d'expliquer les concepts qui existent dans le monde et comment ces concepts sont organisés, le concept d'homme est un savoir exprimable, ce qu'il peut exprimer c'est l'univers des mots, complété par un savoir inexprimable (sensations, perceptions, sensations indicibles, savoir inconscient, savoir tacite, etc.).

L'exploitation de la culture informatique vise à ne plus permettre aux machines de manipuler aveuglément l'information, mais à permettre un dialogue entre le système et l'utilisateur. Par conséquent, les systèmes doivent non seulement avoir accès aux termes utilisés par les humains, mais également à la sémantique qui leur est associée afin de communiquer efficacement.

Le problème posé par la représentation des connaissances est de formaliser les connaissances dans un langage de représentation formel permettant de traiter le problème à résoudre.

L'objectif principal d'une ontologie est de modéliser ces connaissances dans un domaine donné, qui peuvent être réelles ou imaginées dans un langage interprétable, afin que les ordinateurs puissent les utiliser.

1.2 Définition :

Le terme de « **L'ontologie** » vient de la philosophie classique ce terme est construit à partir des racines grecques : «**ontos**» pour être, «**logie**» pour l'étude, c'est-à-dire **l'étude des êtres dans son univers**, En informatique, plusieurs définitions ont été données à l'ontologie parmi eux de :

- **Gruber**, «l'ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation», c'est-à-dire qui permet de spécifier dans un langage formel les concepts d'un domaine et leurs relations.
- **Neeches et ses collègues** : «Une ontologie définit les termes et les relations de base du vocabulaire d'un domaine ainsi que les règles qui indiquent comment combiner les termes et les relations de façon à pouvoir étendre le vocabulaire». Donc on peut définir une ontologie comme un ensemble de termes et concepts structurés représentant le sens d'un champ d'information ou les éléments d'un domaine de connaissances. Elles sont employées pour raisonner à propos des objets du domaine concerné ; les ontologies visent à représenter les connaissances contenues dans un domaine en étant à la fois interprétable par l'homme et la machine.

Elles offrent une connaissance partagée du un domaine qui peut être échangée entre des personnes et des systèmes hétérogènes. Cette notion fait l'objet de recherches intensives dans beaucoup de domaines notamment dans l'ingénierie des connaissances, la recherche d'information, le traitement de langage naturel, les systèmes d'information coopératifs, l'intégration et la gestion des connaissances et maintenant dans l'extraction de connaissances.

En termes pratiques, le développement d'une ontologie comprend :

- Définition des classes dans l'ontologie,
- Organiser les classes dans une hiérarchie taxinomique (sous-classe – superclasse),
- Définir les slots et décrire les valeurs autorisées pour ces slots, ☑Remplir les valeurs des emplacements pour les instances.

Donc en résumé on a besoin de développer une ontologie pour plusieurs raisons certaines d'eux sont :

- Partager une compréhension commune de la structure des informations entre les personnes ou les agents logiciels.
- Pour permettre la réutilisation des connaissances du domaine.
- Rendre les hypothèses de domaine explicites.
- Séparer la connaissance du domaine de la connaissance opérationnelle.
- Analyser les connaissances du domaine.

1.3 Les composants d'une ontologie :

Une ontologie définit un vocabulaire commun pour les chercheurs qui ont besoin de partager des informations dans un domaine. Il comprend des définitions interprétables par machine des concepts de base du domaine et des relations entre eux. Une ontologie peut être représentée par un multi-graphe ou graphe étiqueté.

Par exemple dans le domaine de l'environnement les êtres humains respirent l'air et consomment de l'eau. L'air et l'eau constituent donc des environnements spécifiques, la **Figure 1.1** illustre cette ontologie avec des rectangles qui représentent les concepts et des ellipses qui représentent les relations entre les concepts

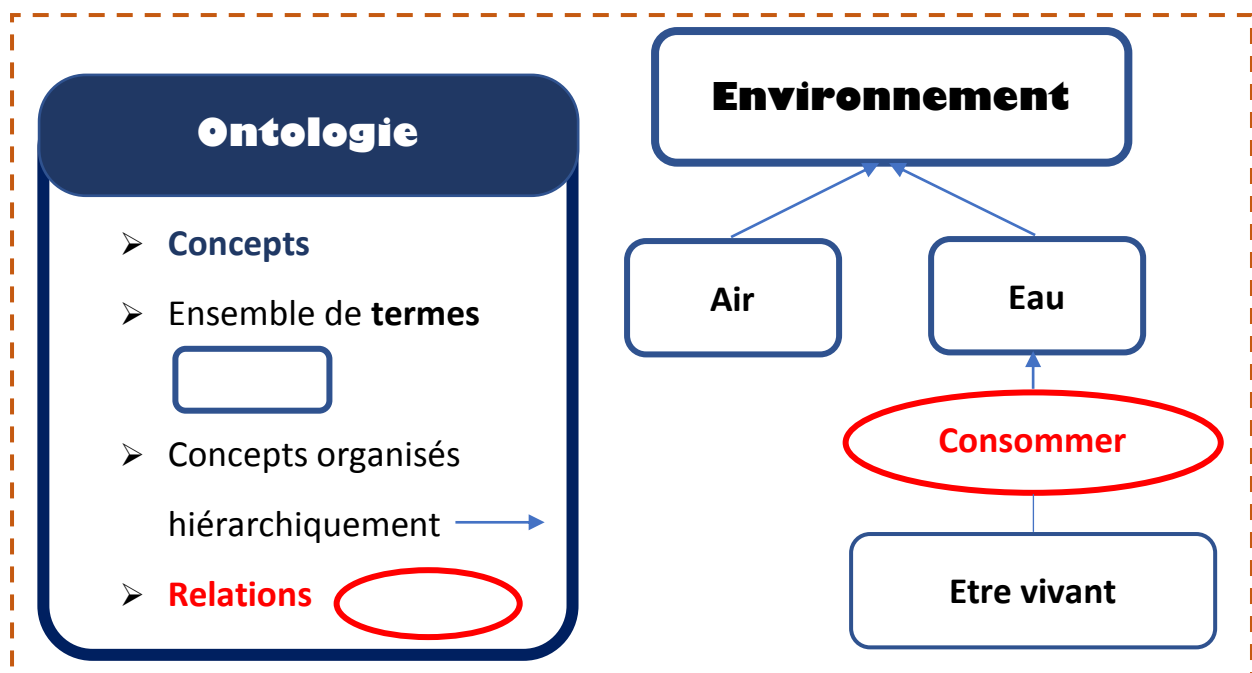


Figure 1.1 : Une ontologie dans le domaine de l'environnement

Pour formalisée la connaissance dans les ontologies en utilisant cinq types de composants

a) **Concepts** : sont des classes, ensembles, collections ou types d'objets. Un concept possède une ou plusieurs propriétés qui constitue sa compréhension ou et l'ensemble des êtres qu'il englobe, un concept peut être désigné de 3 façons :

- Nom (terme).
- Signification (définition en intension).
- Objets dénotés (définition en extension).

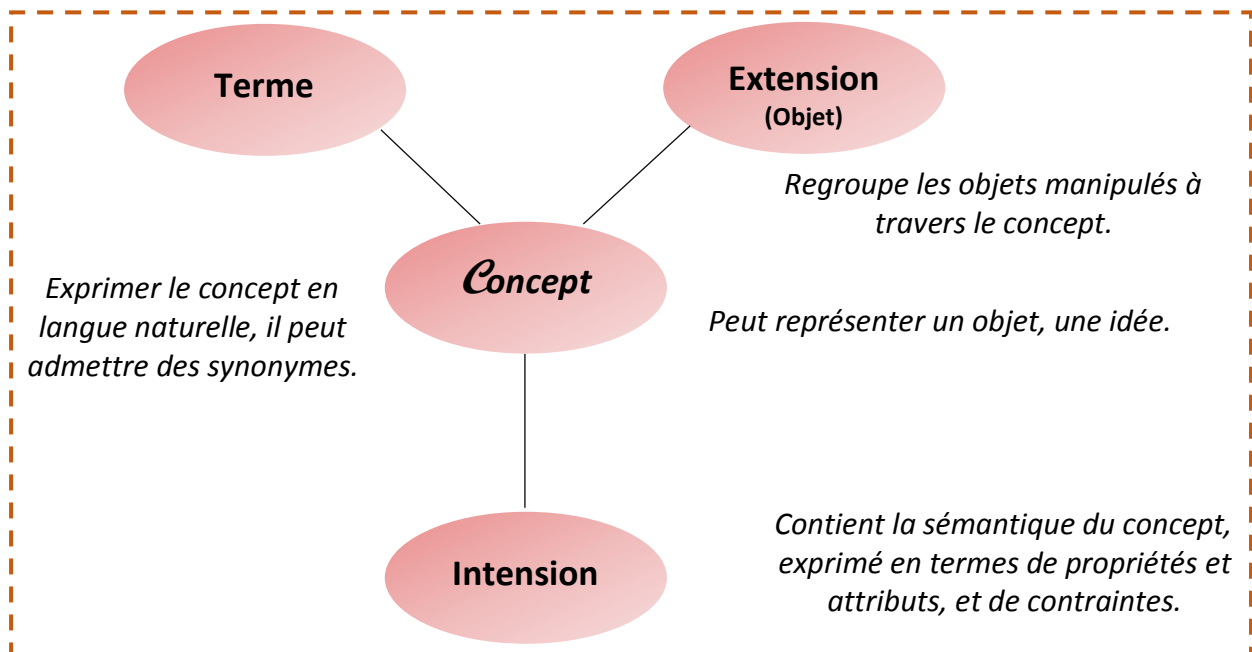
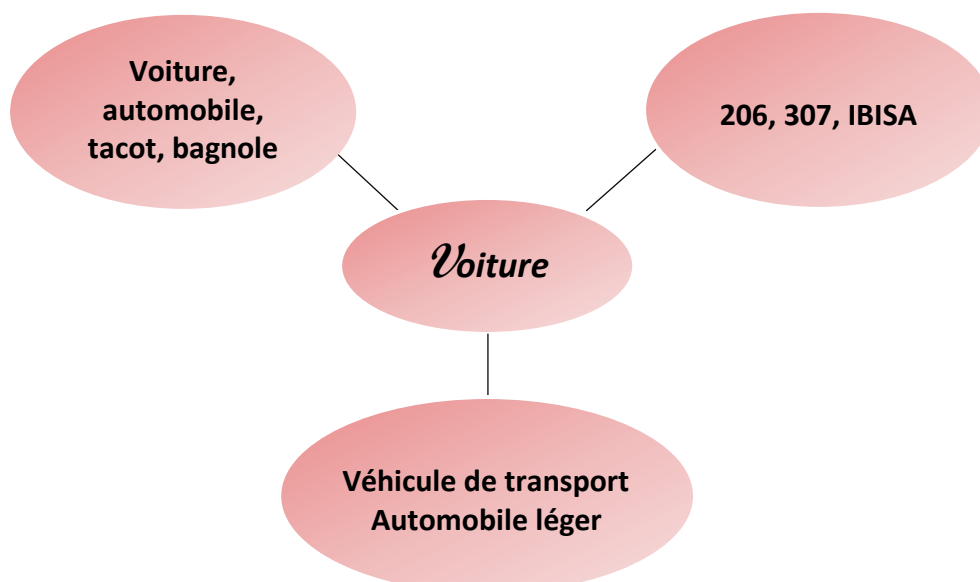


Figure 1.2 : Triangle sémantique

Par exemple :



b) Relations : relations et interactions entre les concepts, permettant de construire des représentations complexes de la connaissance du domaine, Elles établissent des liens sémantique, organisable hiérarchiquement.

Les relations peuvent être : généralisation, spécialisation, composition, est fabriqué, possède,...

c) Axiomes (ou règles) : sont utilisés pour décrire les assertions de l'ontologie qui seront considérés après comme vrais, pour but de définir les significations des composants d'ontologie.

Leurs inclusions dans une ontologie peuvent avoir plusieurs objectifs :

- Définir la signification des composants.
- Définir des restrictions sur la valeur des attributs.
- Définir les arguments d'une relation.
- Vérifier la validité des informations spécifiées ou en déduire de nouvelles.

Leurs inclusions dans une ontologie peuvent avoir plusieurs objectifs :

d) Fonctions : cas particuliers de relation, dans laquelle un élément de la relation, par exemple le nième élément est défini en fonction des n-1 éléments précédents.

e) Instances : C'est une définition extensionnelle de l'ontologie. Elles sont utilisées pour représenter des éléments dans un domaine.

Par exemple :

La figure 1.3 présente un exemple d'une petite ontologie :

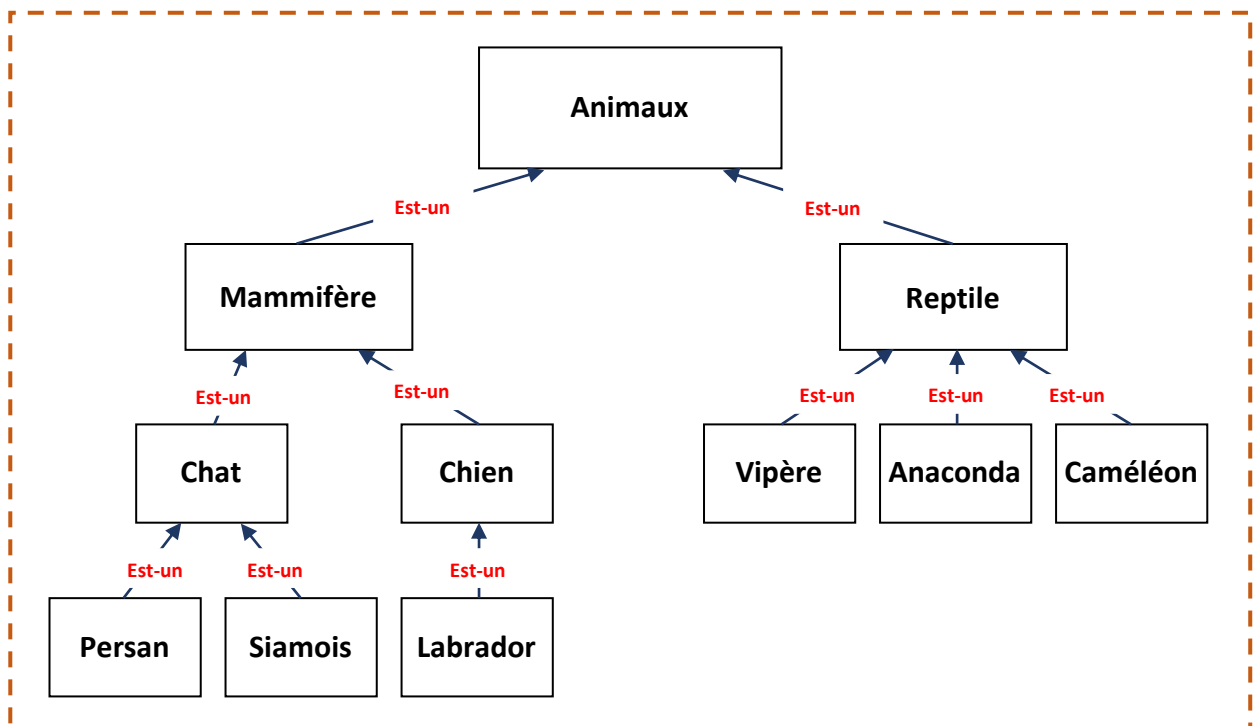


Figure 1.3 : Exemple d'ontologie « Animaux »

1.4 Le cycle de vie d'une ontologie :

Les ontologies étant destinées à être utilisées comme des composants logiciels dans des systèmes répondant à des objectifs opérationnels différents, leur développement doit s'appuyer sur les mêmes principes que ceux appliqués en génie logiciel. En particulier, les ontologies doivent être considérées comme des objets techniques évolutifs et posséder un cycle de vie qui nécessite d'être spécifié. Les activités liées à une ontologie sont regroupées en trois catégories :

- a) **Des activités de gestion de projet** : planification, contrôle, assurance qualité,
- b) **Des activités de développement de logiciels** : spécification, conceptualisation, formalisation,
- c) **Des activités de support** : l'évaluation, la documentation, la gestion de la configuration.

Le cycle de vie inspiré du génie logiciel comprend une étape initiale de **détection et de spécification des besoins** qui permet notamment de circonscrire précisément le domaine de connaissances, une étape de **conception** qui se subdivise en trois phases, une étape de **déploiement** et de **diffusion**, une étape **d'utilisation**, une étape incontournable, **d'évaluation**, et enfin, une sixième étape consacrée à **l'évolution** et à la **maintenance** du modèle.

Après chaque utilisation significative, l'ontologie et les besoins doivent être réévalués et l'ontologie peut être étendue et, si nécessaire, en partie reconstruite. La **validation** du modèle de connaissances est au centre du processus et se fait de manière itérative.

La **Figure 1.4** montre les différentes étapes qui composent un cycle de vie d'une ontologie.

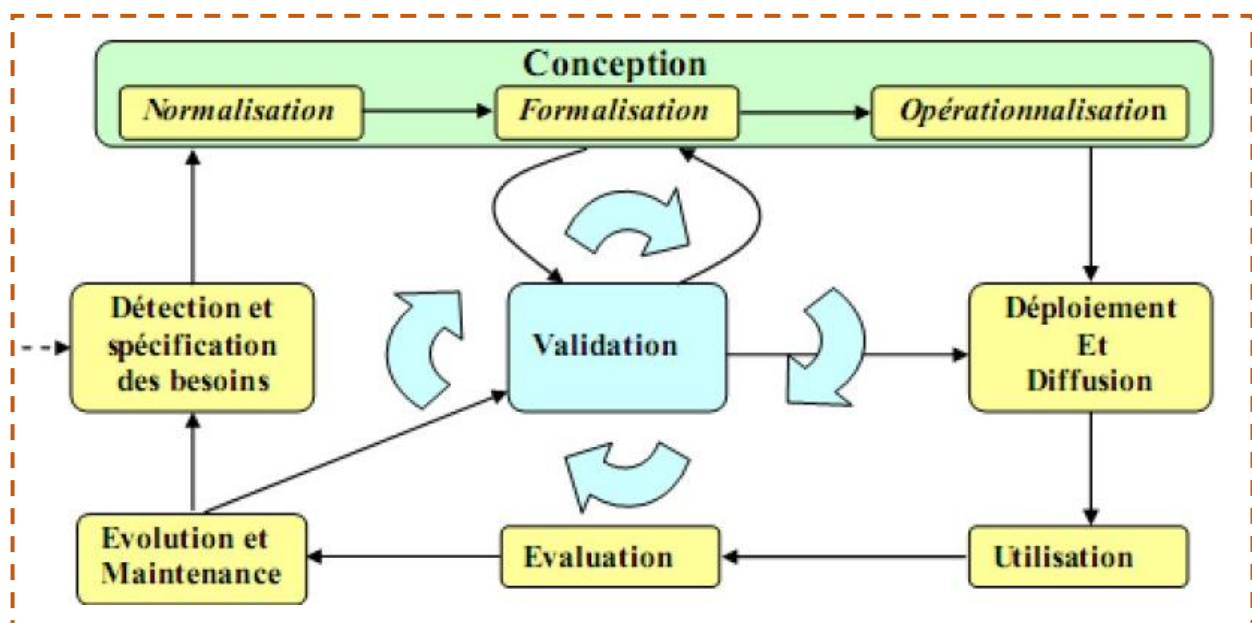


Figure 1.4 : Le cycle de vie d'une ontologie

1.5 Les Ontologies et le Web sémantique

Une ontologie définit les termes utilisés pour décrire et représenter un champ d'expertise. Les ontologies sont utilisées par les personnes, les bases de données, et les applications qui ont besoin de partager des informations relatives à un domaine bien spécifique, comme celle issue des capteurs pour la surveillance météorologique objet de notre travail. Les ontologies associent les concepts de base d'un domaine précis et les relations entre ces concepts, tout cela d'une manière compréhensible par les machines. Elles encodent la connaissance d'un domaine particulier ainsi que les connaissances qui recouvrent d'autres domaines, ce qui permet de rendre les connaissances réutilisables. La forme la plus courante selon laquelle les ontologies sont présentées consiste en une hiérarchie de concepts, organisés des plus généraux aux plus spécifiques.

Pour mieux illustrer ce concept prenons un exemple (Figure 1.5) de l'ontologie SIOC (Semantically-Interlinked Online Communities) qui couvre le domaine des sites Web et services communautaires, elle comprend des vocabulaires permettant de décrire les objets utilisés dans les réseaux sociaux en leur donnant un sens, une structuration et une homogénéité favorisant leur partage et réutilisation par d'autres services.

Dans cet exemple **Sioc:Container** désigne une classe qui contient des contenus (Forums, blogs, wiki...), **Sioc:Forum** est une sous classe de la classe **Sioc:Container**. Un utilisateur peut avoir un compte **Sioc:User** est lié à un ensemble de rôle **Sioc:role** par la propriété **Sioc:has_function**, ces rôles sont lié à un contexte d'utilisation tel qu'un forum de discussion.

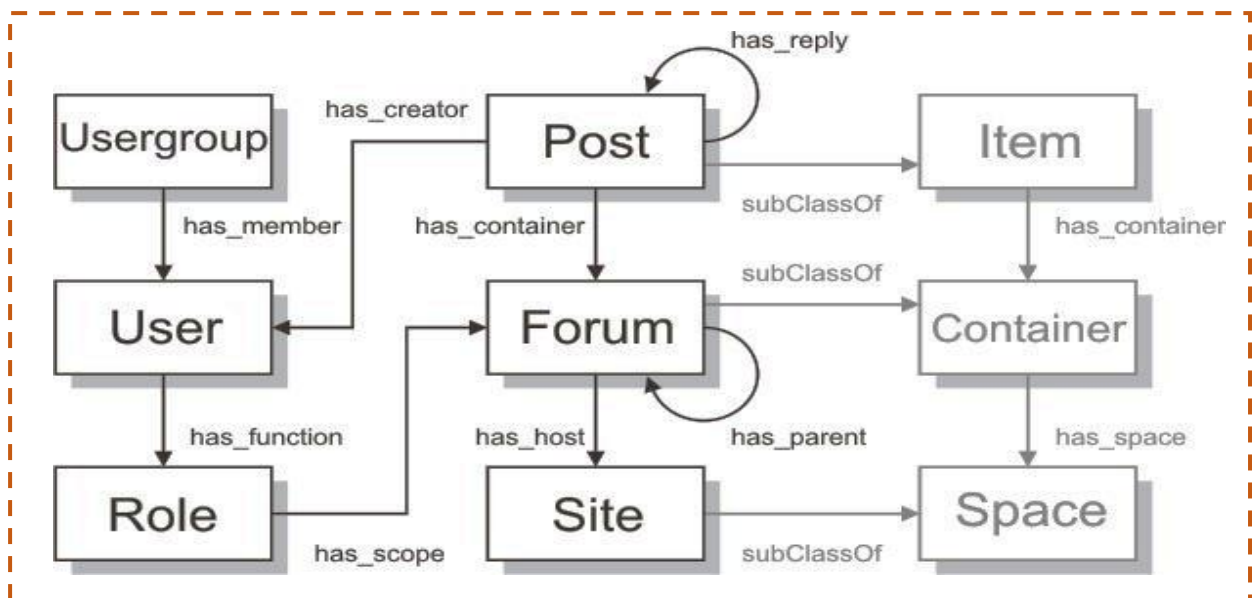


Figure 1.5 Exemple de l'ontologie SIOC

En d'autre terme cette ontologie combinée avec d'autres, permet de décrire par exemple les informations suivantes : Il y a un article **sioc:post** intitulé (propriété **dc:title**) "Créer des liens entre les Clouds de discussion avec SIOC", (propriété **dc:terms:created**) créé à 09:33:30 le 2018-03-07, (propriété **sioc:has_creator**) par un utilisateur "Ali" sur (propriété **sioc:topic**) des sujets "Blogs" et "Web Sémantique" .

Ainsi, une ontologie correspond à un vocabulaire contrôlé et organisé et à la formalisation explicite des relations créées entre les différents termes du vocabulaire. Une ontologie formelle peut être considérée comme la différenciation entre les entités du monde réel et les classes utilisées pour décrire des objets (concepts, propriétés, relations). Une ontologie formelle est une évolution systématique, formelle et axiomatique de la logique de toutes les formes et modes d'existence. Les ontologies ont pour rôle principal la représentation d'un domaine.

1.6 Les types d'ontologie :

On peut définir deux classes d'ontologies : une catégorie basée sur la structure de la conceptualisation et une deuxième catégorie basée sur le sujet de la conceptualisation. Dans la première catégorie, on distingue trois sous catégories :

- Les ontologies terminologiques (lexiques, glossaires...),
- Les ontologies d'information (schéma d'une **BD**),
- Les ontologies des modèles de connaissances.

Dans la deuxième catégorie, on distingue quatre sous catégories :

- Les ontologies d'application : elles contiennent toutes les informations nécessaires pour modéliser les connaissances pour une application particulière.
- Les ontologies de domaine : elles fournissent un ensemble de concepts et de relations décrivant les connaissances d'un domaine spécifique.
- Les ontologies génériques (dites aussi de haut niveau) : elles sont similaires aux ontologies de domaine, mais les concepts qui y sont définis sont plus génériques et décrivent des connaissances tels que l'état, l'action, l'espace et les composants.
- Généralement, les concepts d'une ontologie de domaine sont des spécialisations des concepts d'une ontologie de haut niveau.
- Les ontologies de représentation (méta-ontologies) : elles fournissent des primitives de formalisation pour la représentation des connaissances. Elles sont généralement utilisées pour écrire les ontologies de domaine et les ontologies de haut niveau.

1.7 Classification des d'ontologies :

Ces dernières années, des progrès considérables ont été accomplis dans les domaines du partage et de la réutilisation des connaissances. Les ontologies font partie de ces systèmes.

Leur processus de construction est trop souvent personnel : chaque «ontologue» suit son propre ensemble de principes de conception et d'étapes dans le procédé de développement.

Donc, l'évaluation ou bien la classification des ontologies est exécutée différemment dans chaque cas.

On peut citer quelques critères permettent de mettre en évidence des aspects importants des ontologies, elles peuvent être classifiées (évaluer) en fonction de :

- La richesse de la structure interne des ontologies.
- L'objet de conceptualisation.
- Le niveau de granularité (niveau de détail).
- Le niveau de formalisation de la représentation des connaissances.

1.7.1 La richesse de la structure interne des ontologies : En d'autre façon « le degré d'engagement sémantique » qui correspond au niveau de spécification formelle permettant de restreindre l'interprétation de chaque concept et aussi de lui donner la sémantique. Autrement dit, le degré d'engagement sémantique fait en particulier référence au niveau sémantique des connaissances que l'ontologie représente. Les principales catégories de cette classification sont :

- **Vocabulaire contrôlé :** Est une liste finie de termes. La signification des termes n'est pas forcément définie et il n'y a pas d'organisation logique entre les termes.
- **Glossaire :** Est une liste de termes avec leurs significations spécifiées en langage naturel.
- **Thésaurus :** Il fournit une sémantique supplémentaire entre les termes. Mais, il n'offre pas la structure hiérarchique explicite.
- **Hiérarchie informelle (is-a) :** Est une hiérarchie où la notion vague de généralisation et de spécialisation est fournie ce type d'hiérarchie est basé sur la proximité des concepts.
- **Hiérarchie formelle (is-a) :** Est une hiérarchie dont la structure est déterminée par des relations de subsomption. Cette ontologie ne peut inclure que des noms des classes.
- **Hiérarchie formelle (is-a) avec instances du domaine :** Similaire à la catégorie précédente mais incluant des instances.
- **Frame :** est une ontologie incluant des classes avec leurs propriétés.
- **Ontologies avec restrictions de valeur :** Sont des ontologies pouvant contenir des restrictions sur les valeurs des propriétés.
- **Ontologies avec contraintes logiques :** Sont les ontologies les plus expressives. Ces ontologies pouvant contenir des contraintes entre constituants (exemple relations) définies dans un langage logique.

1.7.2 L'objet de conceptualisation : Elle correspond au type de l'ontologie déjà abordé dans la section « 1.6 ».

1.7.3 Le niveau de granularité (niveau de détail) : On peut différencier les ontologies selon le niveau de détail utilisé lors de la conceptualisation de l'ontologie, deux catégories peuvent être identifiées : granularité fine et granularité large

- **Granularité Fine :** Ce niveau correspond à des ontologies très détaillées, elles possèdent ainsi un vocabulaire plus riche capable d'assurer une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine ou d'une tâche.

- **Granularité large** : elle correspond à un vocabulaire moins détaillé. Les ontologies génériques possèdent une granularité large, compte-tenu du fait que les notions sur lesquelles elles portent peuvent être raffinées par des notions plus spécifiques.

1.7.4 Niveau de formalisation de la représentation des connaissances : Les ontologies peuvent être distinguées en fonction du degré de formalisme utilisé pour les exprimer.

Uschold&Grüninger en **1996** proposent une classification contenant les quatre catégories suivantes :

- a) Hautement informelle** : elle est exprimée en langue naturelle (sémantique ouverte).
- b) Semi-informelle** : elle est exprimée dans une forme restreinte et structurée de langage naturel.
- c) Semi-formelle** : elle est exprimée dans un langage artificiel défini formellement.
- d) Rigoureusement formelle** : l'ontologie est exprimée dans un langage contenant une sémantique formelle, des théorèmes, et des preuves pour vérifier les propriétés.

1.8 Construction des ontologies :

Jusqu'en **1996**, les premières ontologies ont été développées de façon complètement artisanale sans suivre de méthode prédéfinie.

De ces premiers projets (ex : Mikrokosmos, Enterprise Ontology, TOVE, MENELAS) sont issues des listes de recommandations constituant des ébauches de méthodes, ou cadres méthodologiques.

Depuis **1998**, on assiste à la naissance de cadres méthodologiques plus élaborés inspirés des méthodes de l'Ingénierie des Connaissances (ex : METHONTOLOGY) et fondés, soit sur la linguistique (ex : TERMINAE), soit sur l'Ontologie (ex : principes proposés par N.Guarino).

Il n'existe pas qu'un seul mode ou qu'une seule méthodologie "correcte" pour développer des ontologies, mais comme même il faut citer un certain nombre de règles fondamentales dans la conception des ontologies, règles auxquelles nous nous référerons plusieurs fois.

- Il n'y a pas qu'une seule façon correcte pour modéliser un domaine - il y a toujours des alternatives viables. La meilleure solution dépend presque toujours de l'application que vous voulez mettre en place et des évolutions que vous anticipez.
- Le développement d'une ontologie est nécessairement un processus itératif.
- Les concepts dans une ontologie doivent être très proches des objets (physiques ou logiques) et des relations dans le domaine d'intérêt. Fort probablement ils sont des noms (objets) ou verbes (relations) dans des phrases qui décrivent le domaine.

1.8.1 Les modes de construction d'ontologie : Il existe trois modes pour la construction d'une ontologie :

- a) La Méthode manuelle** : Les experts créent une nouvelle ontologie d'un domaine ou développent une ontologie déjà présente.

- b) **La Méthode automatique** : L'ontologie est construite par des techniques d'extraction des connaissances : Des concepts et leurs relations sont extraits des bases de connaissances et en suite vérifiés par les inférences.
- c) **La Méthode mixte (Semi- automatique)** : Les ontologies sont construites par des techniques automatiques mais elles permettent d'étendre des ontologies qui ont été construites manuellement comme la base des connaissances.

1.8.2 Le processus de construction d'ontologie : Le processus de construction d'une ontologie est une collaboration qui réunit des experts du domaine de connaissance, des ingénieurs de la connaissance, voire les futurs utilisateurs de l'ontologie. Cette collaboration ne peut être fructueuse que si les objectifs du processus ont été clairement définis, ainsi que les besoins qui en découlent. La figure ci-dessous représente processus de construction d'ontologie.

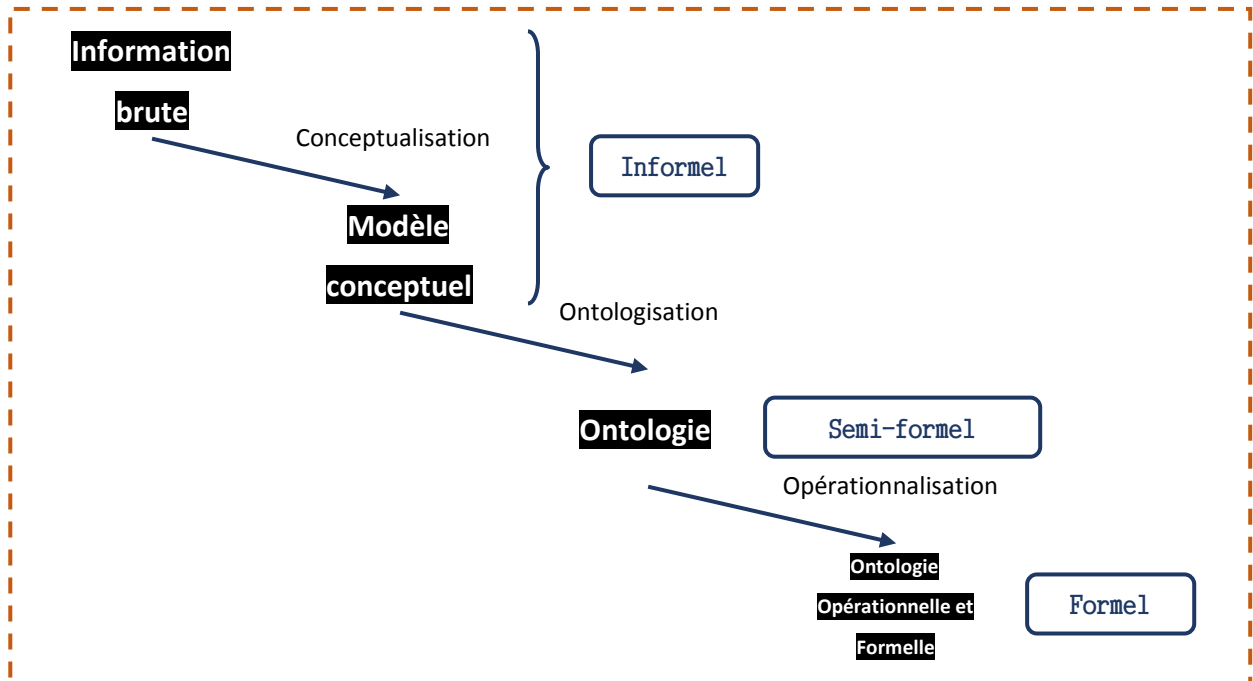


Figure 1.6 : Construction d'une ontologie opérationnelle

- a) **La Méthode manuelle** : Les experts créent une nouvelle ontologie d'un domaine ou développent une ontologie déjà présente.

Evaluation des besoins : Le but visé par la construction d'une ontologie se décline en 3 aspects :

L'objectif opérationnel : il est indispensable de bien préciser l'objectif opérationnel de l'ontologie, en particulier à travers des scénarios d'usage.

Le domaine de connaissance : il doit être délimité aussi précisément que possible.

Les utilisateurs : ils doivent être identifiés autant que faire se peut, ce qui permet de choisir, en accord avec l'objectif opérationnel, le degré de formalisme de l'ontologie, et sa granularité.

Une fois le but défini, le processus de construction de l'ontologie peut démarrer, en commençant par la phase de conceptualisation.

b) Conceptualisation : Cette étape permet d'aboutir à un modèle informel, donc sémantiquement ambiguë et généralement exprimé en langage naturel. Elle consiste, à partir des données brutes, à dégager les concepts et les relations entre ces concepts permettant de décrire de manière informelle les entités cognitives du domaine.

L'objectif est d'aboutir à un modèle conceptuel : le modèle obtenu consiste en un ensemble de termes désignant les entités du domaine de connaissances (concepts, relations, propriétés des concepts et des relations, ...), assortis d'informations exprimant leur sémantique. La découverte des connaissances d'un domaine peut s'appuyer à la fois sur l'analyse de documents et sur l'interview d'experts du domaine. Ces activités doivent être raffinées au fur et à mesure que la conceptualisation émerge.

c) Ontologisation : L'ontologisation consiste en une formalisation partielle, sans perte d'information, du modèle conceptuel obtenu dans l'étape précédente. Ce qui permet de faciliter sa représentation ultérieure dans un langage complètement formel et opérationnel.

Elle effectue une transcription des connaissances dans un certain formalisme de connaissances, ce formalisme doit être aussi générique que possible, mais sémantiquement clair. S'imposer de conserver toutes les connaissances conduit à intégrer, à l'ontologie du domaine, des connaissances qui ne peuvent être formalisées, ou dont la sémantique est ambiguë.

Le modèle obtenu est souvent qualifié de semi-formel (car certaines connaissances ne peuvent pas être totalement formalisées). Le caractère semi-formel d'une ontologie lui interdit d'être utilisée telle quelle dans un SBC. En revanche, une ontologie, contenant toutes les connaissances d'un domaine, constitue le support idéal de communication et de partage des connaissances de ce domaine.

d) Opérationnalisation : Cette étape consiste à formaliser complètement l'ontologie obtenue dans un langage de représentation de connaissances formel (i.e. possédant une syntaxe et une sémantique) et opérationnel (i.e. doté de services inférentiels permettant de mettre en œuvre des raisonnements), par exemple, le modèle des Graphes Conceptuels ou la Logique de Descriptions. On obtient alors une représentation formelle des connaissances du domaine. Ainsi, le caractère formel de l'ontologie permet à une machine, via cette ontologie, de manipuler des connaissances du domaine. La machine doit donc pouvoir utiliser des mécanismes opérant sur les représentations de l'ontologie.

1.9 Méthodes de construction d'ontologie :

La définition d'une démarche de construction d'ontologies reste toujours un problème ouvert qui continue à susciter beaucoup d'intérêt. La majorité des approches existantes commence la construction des ontologies par l'identification, puis l'organisation et la structuration des concepts et des relations à représenter. Ainsi, les ontologies réalisées sont très différentes les unes des autres. Dans cette partie on va citer quelques méthodologies existantes.

1.9.1 La méthode de Bachimont : Cette méthode propose de contraindre l'utilisateur à un engagement sémantique en introduisant une normalisation sémantique des termes manipulés dans l'ontologie. La méthode de normalisation suit trois étapes :

- **Normalisation sémantique :** l'utilisateur doit choisir les termes du domaine et les normaliser en explicitant leurs propriétés et en exprimant les identités et les différences dans leur voisinage proche.
- **Formalisation des connaissances :** Cette étape consiste à désambiguïser les notions de l'ontologie référentielle obtenue par l'étape précédente et choisir leurs sens pour un domaine spécifique.
- **Opérationnalisation des connaissances :** Le système utilise un langage opérationnel de représentation de connaissances qui possède les caractéristiques nécessaires pour répondre aux besoins exprimés lors de la spécification du système.

1.9.2 METHONTOLOGY : Cette méthodologie a été développée au sein du groupe d'ontologie à l'université polytechnique de Madrid. Ce processus est composé des étapes suivantes :

- Spécification : déterminer l'utilisation future de l'ontologie ;
- Conceptualisation : obtenir un modèle du domaine au niveau des connaissances ;
- Formalisation : transformation du modèle conceptuel en modèle formel ;
- Intégration : réutilisation d'autres ontologies ;
- Implémentation : construction d'un modèle opératoire utilisable par un ordinateur ;
- Maintenance : mise à jour de l'ontologie en cas de besoin

METHONTOLOGY permet de caractériser les ontologies au niveau des connaissances et insiste sur la nécessité de travailler à partir de représentations intermédiaires des connaissances lors de la phase de conceptualisation.

Il faut passer par les dix phases suivantes :

- Glossaire des termes.
- Taxinomie de concepts.
- Diagramme des relations binaires.
- Définir les attributs des concepts.
- Décrire les relations.
- Décrire les attributs d'instances.
- Décrire les attributs de classes.
- Décrire les constantes.
- Décrire les axiomes formels.
- Décrire les contraintes sur les valeurs des attributs.

1.9.3 TOVE : TOVE (Toronto Virtual Enterprise) développé par l'université de Toronto, cette méthodologie repose sur les expériences de développement d'une entreprise. Elle s'appuie également, pour le développement d'une ontologie, sur les principales étapes suivantes :

- Capturer des scénarios de motivations : Cette étape consiste à identifier des scénarios qui clarifient le domaine que l'on investit et les différentes applications dans lesquelles l'ontologie sera employée.
- Formuler des questions de compétences informelles : Cette étape consiste à formuler un ensemble de questions (basées sur les scénarios), exprimées en langage naturel, afin de déterminer la portée de l'ontologie. Ces questions et leurs réponses sont utilisées pour extraire les concepts principaux, leurs propriétés et les relations qui existent entre ces concepts.
- Spécifier la terminologie de l'ontologie : Cette étape consiste à représenter les termes (concepts, propriétés et relations), identifier dans l'étape précédente, en utilisant le formalisme de la logique du premier ordre. Les concepts seront représentés sous forme de constantes ou bien des variables. Par ailleurs, les propriétés et les relations seront représentées par des prédicats.
- Evaluer la complétude de l'ontologie.

1.9.4 L'approche SENSUS : Avec cette approche, les ontologies de domaine à développer sont dérivées d'une ontologie générale qui est l'ontologie SENSUS. Cela est fait en reliant les termes spécifiques du domaine à cette ontologie et d'enlever dans SENSUS, les termes qui ne sont pas pertinents dans la nouvelle ontologie.

Ainsi, le squelette de cette nouvelle ontologie est généré automatiquement avec l'outil OntoSaurus. La construction d'une ontologie dans un domaine spécifique suit les étapes suivantes :

- **Etape 1 :** Identifier les termes clés du domaine.
- **Etape 2 :** Relier manuellement les termes clés à SENSUS
- **Etape 3 :** Inclure tous les concepts qui se trouvent sur le chemin depuis le terme clé jusqu'à la racine de SENSUS.
- **Etape 4 :** Ajouter les nouveaux termes de domaine. Dans cette étape on ajoute manuellement tous les termes qui sont pertinentes pour le domaine et qui ne sont pas encore apparues. Ainsi les étapes 2 et 3 sont répétées pour inclure les concepts sur le chemin, des nouveaux concepts jusqu'à la racine de SENSUS.
- **Etape 5 :** Ajouter le sous arbre entier. Dans cette étape, celui qui fait l'ontologie doit faire attention aux nœuds qui ont un grand nombre de chemins qui passe à travers le nouvel arbre généré.

1.10 Les outils :

Parmi les environnements qui existent on peut citer :

- TERMINAE, intègre des outils linguistiques, elle permet la visualisation des résultats des extracteurs de candidats-termes Lexter et/ou Syntex. Ces concepts doivent ensuite être triés par un expert et organisés hiérarchiquement, puis la sémantique du domaine est précisée à travers des axiomes.
- DOE (DIFFERENTIAL ONTOLOGY EDITOR) est un éditeur d'ontologie.

- ODE (ONTOLOGY DESIGN ENVIRONMENT), construction des ontologies au niveau connaissances (Méthodologie METHONTOLOGY).
- ONTOEDIT (ONTOLOGY EDITOR), est indépendant de tout formalisme. Il permet l'édition des hiérarchies de concepts et de relations et l'expression d'axiomes algébriques.
- PROTÉGÉ2000 Il permet l'édition, le contrôle, la visualisation et l'extraction d'ontologie à partir des textes.
- ONTOLINGUA qui constitue une extension du langage KIF (KNOWLEDGE INTERCHANGE
- FORMAT). Ce serveur d'édition permet la fusion d'ontologie. L'ontologie est immédiatement représentée dans un formalisme.
- OILED (OIL EDITOR) est un éditeur d'ontologie s'inspirant du formalisme OIL. Un éditeur de petites ontologies avec un moteur d'inférence pour tester la cohérence de l'ontologie construite.

1.11 Applications d'ontologie :

L'ontologie est utilisé dans plusieurs domaines on peut citer parmi eux :

- **Commerce électronique** : le but est de formaliser des connaissances pour l'échange de données dans le domaine du Commerce Électronique.
- **Ingénierie des Systèmes** : par exemple exploite une ontologie couvrant tous les aspects liés à la modélisation mathématique en ingénierie. Pour assister des ingénieurs dans le développement d'applications concernant l'ingénierie de systèmes physiques dynamiques.
- **Recherche d'information** : d'enrichir les requêtes et améliorer la qualité des résultats, à savoir la recherche de sens plutôt que la chaîne de recherche de correspondance.
- **Web sémantique** : comme une référence sémantique pour lever l'ambiguïté des significations utilisés dans les sites Web.
- **Traduction (interlingua)** : La traduction automatique et clarification des termes, en trouvant la cartographie exacte des concepts à travers les langues.

1.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous essayons de clarifier le concept d'ontologie. Pour ce faire, nous partons des origines philosophiques du terme puis définissons ce qu'il signifie en ingénierie des connaissances. Nous discutons ensuite de la manière de concevoir et d'implémenter une ontologie, de lister ses différents composants, et de proposer des patrons, des processus de construction et des outils pour construire leur existence.

CHAPITRE 02

*Habitat intelligent en
télé-santé*

2.1 Introduction :

Le concept de télémédecine a évolué ces dernières années en raison du vieillissement attendu de la population prévu dans les décennies à venir et des complications qui en découlent (rareté des places institutionnelles et longs délais d'attente, coût élevé des soins, surcharge des prestataires de soins, faibles coûts financiers, ressources en patients, limites géographiques des établissements de santé, etc.).

2.2 Histoire :

En 1876, l'invention du téléphone, qui sera le premier outil exploité en télémédecine permet trente ans plus tard, en 1906, à **Willem Einthoven** de transmettre un **électrocardiogramme** via une ligne téléphonique de 1,5 km.

La télémédecine est pratiquée dans les milieux maritimes depuis 1920, année de la première licence pour radio de service médical aux bateaux publiée à New-York. Les années 1920 verront des nations comme la **Suède** ou l'**Italie** utiliser la radio comme support de télémédecine.

Le **8 novembre 1994**, un examen scanner aux rayons X est piloté depuis l'Hôtel-Dieu de **Montréal (Canada)** sur un patient situé dans l'appareil de l'**hôpital Cochin, à Paris (France)**. En **2001**, une opération de téléchirurgie a été réalisée entre **New York** — où était le chirurgien -et **Strasbourg**- où était la patiente, via des fibres optiques sur 7 500 km.

En France

- En 2009, la loi HPST (Hôpital, Patient, Santé et Territoire) définit la notion de télémédecine. L'année suivante, un décret encadrera cette notion en la définissant selon cinq actes : la téléconsultation, la téléexpertise, la téléassistance, la régulation par les centres SAMU et la télésurveillance.
- Janvier 2014 : une cabine de télémédecine est installée pour la première fois dans une résidence pour personnes âgées non médicalisée à Cluny (Saône-et-Loire). L'installation de ces appareils pourrait s'étendre aux maisons de retraite et aux collectivités locales où sévit la désertification médicale, ainsi qu'à des bases-vie. Soutenue par le Feder et l'ARS, l'expérimentation se poursuit dans le département de la Loire en 2016.
- Décembre 2014 : premier décret de compétence autorisant le dépistage de la rétinopathie diabétique en télémédecine entre orthoptiste, ophtalmologue et médecin généraliste. Cet acte est pris en charge par l'Assurance Maladie.
- Juillet 2018 : Healphi lance le 1er cabinet de téléconsultation de France, dans le village de La-Selle-sur-le-Bied (Loiret) à titre expérimental grâce à une dérogation de l'agence régionale de santé (ARS) du Centre Val de Loire. Celui-ci accueille des patients pris en charge par une infirmière et un médecin distant. Dans les mois qui suivent, le concept se généralise et permet la prise en charge de milliers de patients en Centre-Val de Loire et Auvergne-Rhône-Alpes. L'expérimentation est validée par l'ARS.

- Le 6 décembre 2018, l'avenant no 15 à la convention nationale pharmaceutique autorise et précise le cadre pour la réalisation d'actes en télémédecine en officine, avec le pharmacien en tant que professionnel de santé accompagnant.
- Septembre 2018 : L'Assurance Maladie annonce le remboursement des téléconsultations, sous certaines conditions : la téléconsultation doit s'inscrire dans le respect du parcours de soins coordonné, entre le patient et son médecin traitant, à condition qu'il y ait eu au moins une consultation physique avec lui (cabinet, domicile patient ou établissement de santé) au cours des 12 derniers mois précédant la téléconsultation.
- Janvier 2019 : Déploiement en France de la plateforme de téléconsultation Qare, financée par Kamet Ventures, après ses essais à Londres.
- Février 2019 : Lancement du service de téléconsultation de la startup Medadom (après une expérience de 2 ans dans les visites de médecins à domicile) : les patients peuvent désormais consulter en ligne des médecins de leur territoire. Fin 2021, Medadom revendique avoir équipé plus de mille officines sur les 20942 en France, soit environ 4,8 % des officines pour un seul prestataire.
- Mars 2019 : Doctolib lance sa vidéoconsultation sur son agenda en ligne. Doctolib dit avoir levé 150 millions d'euros fin 2018 pour doubler ses équipes.
- Septembre 2020 : Dans le contexte épidémique du Coronavirus, le PLFSS (Projet de loi de financement de la Sécurité Sociale) 2021 prévoit le remboursement à 100 % de toutes les téléconsultations jusqu'à la fin de l'année 2022, par l'Assurance Maladie.

2.3 Définition :

Selon le **NEJM** : **New England Journal of Médecine** La télésanté est définie comme la fourniture et la promotion de services de santé et de services liés à la santé, y compris les soins de santé, l'éducation des prestataires et des patients, les services d'information sur la santé et les soins personnels, par le biais des télécommunications et des technologies de communication numérique. La visioconférence en temps réel, les applications médicales mobiles, les transmissions électroniques "store and forward" et la surveillance à distance des patients sont des exemples de technologies utilisées en télémédecine.

2.3.1 Télésanté et Télémédecine :

Les termes **télésanté** et **télémédecine** sont souvent utilisés de manière interchangeable, mais la **télésanté** a évolué pour englober un plus large éventail d'activités et de services de santé numériques. Pour comprendre la proximité de la télésanté et de la télémédecine, il est essentiel de définir d'abord la télémédecine :

La définition de la télémédecine d'Oxford est « le diagnostic et le traitement à distance des patients au moyen de la technologie des télécommunications».

L'Organisation mondiale de la santé a définies La télémédecine clinique et la télémédecine informative en 1998 de la façon suivante : « La télémédecine clinique est une activité professionnelle qui met en œuvre des moyens de télécommunication numériques permettant à des médecins et d'autres membres du corps médical de réaliser à distance des actes médicaux pour des malades. La télémédecine informative est un service de communication audiovisuelle interactif qui organise la diffusion du savoir médical et des protocoles de prise en charge des malades et des soins dans le but de soutenir et d'améliorer l'activité médicale. » Pour résumer, l'OMS a souligné que la télémédecine répondait à quatre conditions étroitement liées :

- Elle a pour but de fournir un appui clinique ;
- Elle tend à surmonter les obstacles géographiques, en mettant en relation des Utilisateurs qui ne sont pas en présence physique l'un de l'autre ;
- Elle suppose l'utilisation de différents types de technologies de l'information ;
- Elle a pour but d'améliorer la santé des personnes.

La loi « HPST » du 21 juillet 2009 a défini la télémédecine comme une « forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication qui met en rapport, entre eux ou avec un patient, un ou plusieurs professionnels de santé, parmi lesquels figure nécessairement un professionnel médical et, le cas échéant, d'autres professionnels apportant leurs soins au patient».

Le décret du 19 octobre 2010 relatif à la télémédecine en France vient de préciser la mise en œuvre de ces dispositions. Dans ce cadre, ce texte prévoit que relèvent de la télémédecine les actes médicaux, réalisés à distance, au moyen d'un dispositif utilisant les technologies de l'information et de la communication. Au nombre des actes de télémédecine figurent notamment la téléconsultation, la téléexpertise, la télésurveillance médicale, la téléassistance médicale ainsi que la réponse médicale donnée dans le cadre de la régulation médicale des urgences ou de la permanence des soins.

La télémédecine englobe l'utilisation de technologies et de systèmes de télécommunication pour administrer des soins de santé à des patients géographiquement séparés des prestataires.

Lorsque la télémédecine se réfère spécifiquement à la pratique de la médecine par des moyens à distance, la télésanté est un concept plus générique qui regroupe toutes les composantes et activités des soins de santé et du système de santé qui sont menées grâce à la technologie des télécommunications. L'éducation en matière de santé, les appareils portables qui enregistrent et transmettent les signes vitaux et la communication à distance de fournisseur à fournisseur sont des exemples d'activités et d'applications de télésanté qui vont au-delà des soins cliniques à distance.

2.4 Objectif :

La télémédecine est une forme de pratique de la télémédecine basée sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication. L'objectif est d'améliorer l'accès aux services de soins (notamment en milieu vulnérable) et la qualité de vie des patients en permettant la prise en charge et le suivi au lieu de résidence du patient.

2.5 Champs d'application :

Les champs d'investigation touchés par la télémédecine sont nombreux et dépendent des objectifs fixés : soutien dans le cadre de vie, simplification, facilitation de l'utilisation des services, etc. Ses principaux secteurs d'activité renvoient à :

- La téléconsultation (téléradiologie, télépathologie, etc.) et le télédiagnostic ;
- La téléchirurgie : opération chirurgicale à distance ;
- La téléexpertise : avis donné à distance par un médecin ou un expert ;
- La télémaintenance : vérification du bon fonctionnement des installations au domicile du patient à travers des tests distants automatiques et mise à jour des équipements grâce aux moyens de télécommunication ;
- La téléformation : accès à des banques d'information médicale par un professionnel de la santé ;
- La visioconférence ;
- La télésurveillance.

2.6 Technologie de télésanté :

De multiples technologies sont déployées pour la télésanté, notamment la santé mobile (ou Mhelthe), les technologies vidéo et audio, la photographie numérique, la surveillance des patients à distance (RPM : Remote Patient Monitoring) et le stockage et la transmission, et les habitats intelligents (Smart home).

2.7 L'Habitat Intelligent pour la Télésanté (HIT) :

- **2.7.1 Petit historique :** La « domotique » ou bien Le terme « maison automatisée » est l'ensemble des technologies de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications qui sont utilisées dans les domiciles afin d'intégrer, dans un tout cohérent, différents systèmes assurant des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie, de communication, de divertissement, d'éducation, etc.

La domotique est, depuis plusieurs années, identifiée comme un axe à fort potentiel de développement pour les technologies électroniques. Dès les années 80, des applications très diverses étaient inventoriées sur le confort et la sécurité des personnes et des biens, mais comme même initialement plusieurs raisons on conduit à l'échec de la domotique dont les plus souvent invoqués sont des besoins et des usages mal identifiés, des technologies de télécommunication peu développées et un manque de standard.

Depuis les années 2000, la « Domotique » a fait place à la « Maison communicante » basée sur des dispositifs de communications nombreux et accessibles permettant de proposer de nouveaux services plus adaptés dont plusieurs progrès récents.

- **2.7.2 Définition** : L'idée d'un Habitat Intelligent, associé au concept de Domotique. L'Habitat intelligent est un système qui consiste à offrir un environnement intelligent à la personne : « patient : une personne dont les fonctions quotidiennes sont en régression continue », où l'intelligence d'un tel système correspond à la capacité et l'efficacité d'adaptation de l'habitat aux besoins particuliers de l'occupant. Le concept de l'Habitat intelligent offre un monde de possibilités dans le développement de maisons contextuelles capables de prendre des décisions intelligentes et de réagir de manière autonome en fonction de la situation environnementale à tout moment.

La recherche sur les Habitats intelligents a donné la priorité aux solutions réseau et matérielles. Ainsi, le paradigme de la vie assistée ambiante (**AAL: Ambient Assisted Living**) s'est d'avantage concentré sur les approches de vieillissement actif visant à créer des environnements plus sûrs qui cherchent à promouvoir les personnes qui devraient normalement être placées dans des établissements spécialisés : patients souffrants de certaines maladies chroniques, handicapés, aussi personnes âgées dépendantes. Bénéficiant d'une vie plus autonome dans leur propre maison. AAL offre des opportunités importantes pour fournir des services basés sur les technologies de l'information et de la communication qui améliorent la qualité de vie et l'autonomie personnelle comme la surveillance proactive des utilisateurs et des environnements ; contrôle intelligent des mesures physiologiques ; détection de situations anormales ; et personnalisation en fonction des besoins et des préférences de chaque utilisateur.

Donc, l'Habitat Intelligent pour la Télésanté (**HIT**), est une spécialisation de la notion d'habitat intelligent (Smart Homes), qui intègre des capteurs et des actionneurs pour assurer un suivi médical à distance des occupants et les assister dans l'accomplissement des tâches journalières. Elle ouvre aussi la voie vers une surveillance médicale plus continue et plus précise, donc plus efficace. Mais il lui faut en plus garantir le respect de la vie privée de la personne et ne pas perturber son mode de vie. Ces systèmes devront être ouverts, capables d'intégrer des technologies assez diverses, et suffisamment flexibles pour s'adapter au cas particuliers de chaque patient, tout en prenant en compte l'aspect dynamique de l'évolution de l'état de santé.

- **2.7.3 Champs d'études de l'Habitat Intelligent** : Dans le cas du suivi médical de personnes fragiles, il s'agit de surveiller l'état de santé et le niveau d'autonomie par référence à un état répertorié, de détecter les déplacements et les chutes, de remédier à la détérioration des facultés cognitives (perte de mémoire, errances), de veiller aussi à la sécurité de la personne en monitorant les paramètres de son environnement. L'Habitat Intelligent peut être synthétisé selon les aspects :

a) **Utilisateurs** : les personnes âgées, handicapées et démentes,...

b) **Services** : caractérisé par :

- La sécurité des biens et des personnes.
- La gestion du confort.

c) **Bases de données** : centralisées ou réparties sur plusieurs organismes, stockant différents types d'informations sur la personne.

- d) **Fonctionnels** : par la localisation et le suivi de trajectoires, l'authentification des personnes, l'identification et l'anticipation de situations (activités, gestes, etc.), diagnostics physiologiques, le contrôle/commande d'appareils domestiques ainsi que la communication des informations à un système secondaire ou à un service de plus haut niveau.
- e) **Systèmes d'informations** : destinés à la modélisation des habitudes des personnes, des évolutions de signes vitaux.
- f) **Équipements**.

La figure 2.1 : représente Champs d'études de l'Habitat Intelligent.

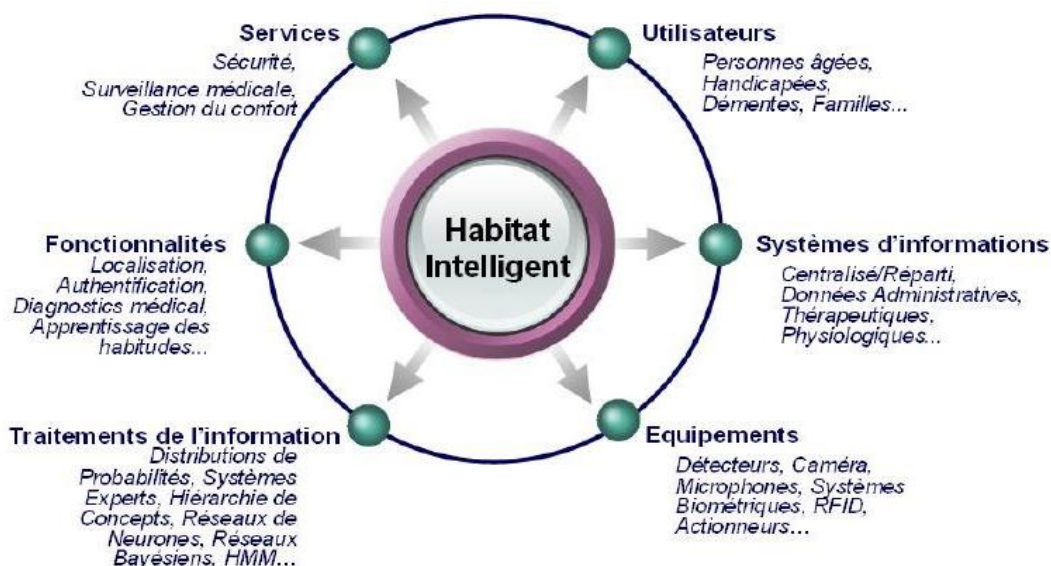


Figure 2.1 : Champs d'études de l'Habitat Intelligent

- **2.7.4 Objectifs du HIT** : L'objectif principal d'un système d'habitat intelligent consiste à offrir un complément au patient pour lui permettre une vie normale. Pour cela, il doit bien connaître l'occupant et agir en conséquence. Pour atteindre cet objectif on suppose que l'on dispose d'un ensemble de données transformées en connaissances, de savoirs et de savoir-faire dont dispose le système, lui permettant une interprétation automatique contextuelle.
La source des données provient de l'occupant de l'habitat (son profil, ses habitudes, son comportement etc.). Les connaissances proviendront autant des données et informations fournies initialement au système informatique que des données que le système aura transformées en apprenant les habitudes de l'occupant par le moyen de divers capteurs, qui permettront au système de prendre action et éventuellement de déclencher des alarmes en cas de détection de situation à haut risque.
- **2.7.5 Processus générale d'un système d'habitat intelligent** : La Figure 2.2 correspond au modèle graphique Statique adapté au contexte du système d'habitat intelligent et donne une idée générale du processus.

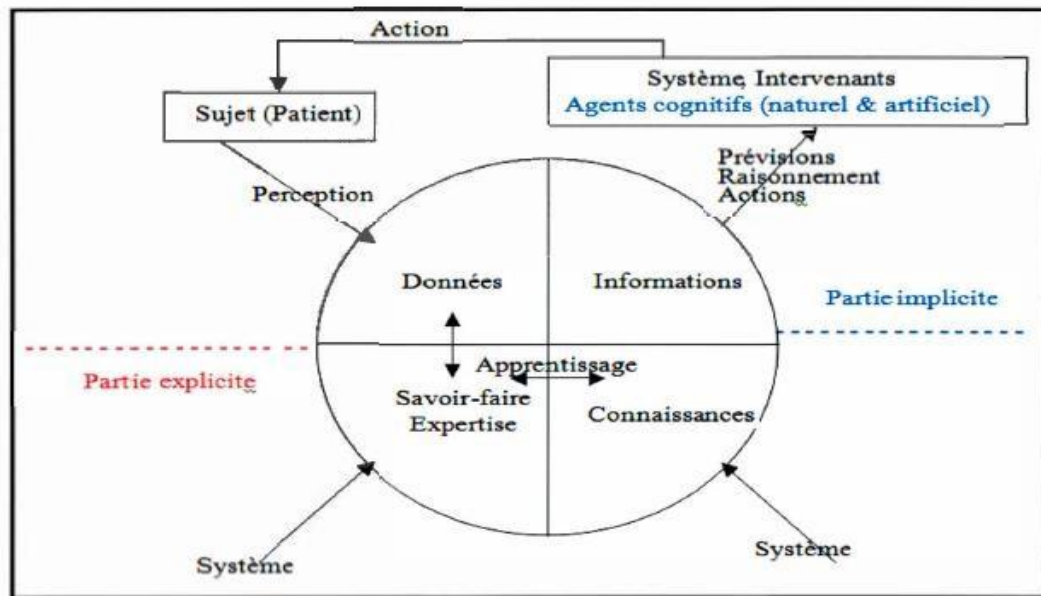


Figure 2.2 : Modèle graphique Statique adapté au HIT

D'après la lecture du digramme ci-dessus on peut déduire que :

- La dimension informationnelle joue un rôle décisif dans la réussite (ou pas) du système à atteindre ses objectifs.
- Cependant il faut dire que pour cela, le support technique et technologique est d'une très grande utilité, mais seulement dans la mesure où l'observation stricte de règles visant le bien-être du patient et sa dignité, est acquise.
- Lors de la définition des besoins du système, une description adéquate des caractéristiques générales et spécifiques du patient est nécessaire.
- La définition de son profil doit en effet prendre en considération que l'utilisation des nouvelles technologies dans le suivi du patient et de son comportement, ne doit pas être dénuée d'une certaine moralité.

➤ **2.7.6 Principaux composants des habitats intelligents dans télésanté :** De façon générale l'habitat intelligent de télésanté repose sur deux composants essentiels. 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.

Il existe de nombreux modèles d'équipement et d'outils. Les changements entre les architectures sont principalement liés au type de capteurs ou de détecteurs, au niveau d'abstraction du contexte, au modèle de communication, au type de système de raisonnement ou d'algorithmes d'apprentissage automatique, aux achats de sécurité, à l'extensibilité et à la réutilisabilité.

Il y a quatre éléments de base pris en compte dans tous les systèmes de surveillance des soins de santé sensibles au contexte dans une maison intelligente qui peuvent être extrapolés à d'autres scénarios.

- **Les capteurs** ou dispositifs d'environnement pour acquérir des informations du monde physique et des actionneurs, qui permettent des modifications de l'environnement. Une plate-forme sensible au contexte doit obtenir toutes les informations utiles du monde physique pertinentes pour son domaine d'action
- **Prise en charge de la collecte d'informations contextuelles** à partir de différentes sources et fourniture d'informations contextuelles appropriées à différents services ou fonctionnalités.
- **Stockage et gestion des informations contextuelles** : Cela pourrait inclure la représentation des données de contexte et le registre des informations acquises et traitées. En outre, ces éléments devraient contenir des fonctionnalités permettant de spécifier différents comportements du système dans différents contextes.
- **Traitement** : qui comprend l'interprétation des données pour les outils de raisonnement pour traiter les données collectées par l'environnement afin d'en déduire de nouvelles connaissances.

Cette partie du système est responsable de la réaction et de l'interaction avec l'environnement.

La figure 2.3 donne une architecture générale typique pour la technologie de la télésanté dans les habitats intelligents.

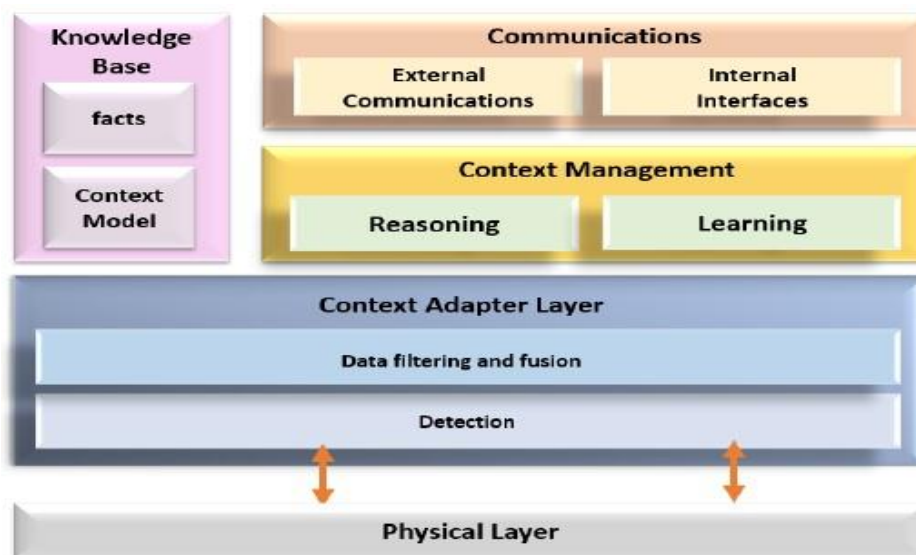


Figure 2.3 : L'architecture générale typique pour la technologie de la télésanté dans les HIT

- **La couche physique (physical layer)** : Comprend tous les éléments physiques, qui acquièrent des informations du monde physique (environnement et personnes).
- **La deuxième couche (context adapter)** : Désignée comme l'adaptateur de contexte, rassemble les données acquises par la couche physique et adapte ces données afin qu'elles puissent être assimilées par le reste du système en fonction du modèle de contexte.
- **Le composant de base de connaissances (knowledge base)** : Comprend les faits (Facts) collectés, qui nécessitent un stockage, et le modèle de contexte (context model) qui définit quelles données peuvent interpréter le système, les caractéristiques de ces données et les relations avec d'autres données. De plus, le modèle de contexte peut définir les comportements du système à la suite des relations entre les éléments du modèle.
- **Le processus de raisonnement (reasoning)** : Le plus simple résulte de l'inclusion d'un moteur d'inférence pour comparer les données collectées en externe avec le modèle de contexte. Un comportement de raisonnement prédéfini peut être complété par des algorithmes d'apprentissage automatique pour permettre à la connaissance du système d'évoluer et au processus d'adaptation de s'améliorer avec les conditions changeantes de l'environnement. Certains auteurs ont appelé cette couche la couche de service, montrant sa capacité à créer des services de haut niveau par agrégation et raisonnement sur les données contextuelles obtenues par les capteurs.

Enfin, cette architecture devrait inclure un composant spécifique pour gérer les communications.

Il existe deux communications typiques :

Externe (external) : par exemple pour informer d'autres personnes d'une urgence à domicile
Interne (internal) : interfaces du système avec leurs utilisateurs.

Remarque : Pour mettre en œuvre un tel système sensible au contexte il faut résoudre de nombreux problèmes : Quelles sont les données pertinentes à prendre en compte ?

- Comment le contexte est-il représenté en interne ?
- Le contexte historique est-il utile ?
- Quels algorithmes devraient être inclus pour traiter le contexte ?
- Dans quelles circonstances une partie du contexte doit-elle être utilisée de préférence par rapport à une autre ?
- Les informations de localisation doivent-elles être traitées comme toute autre information de contexte ou doivent-elles être traitées différemment ?

2.8 Les Capteurs :

Les capteurs situés au domicile délivrent des informations pouvant conduire à des alertes : ils renseignent sur les signes vitaux du patient ou sur les conditions d'environnement du logement. Les importants progrès scientifiques et techniques effectués en instrumentation miniaturisée, en capteurs et en traitement du signal, ont permis d'élargir le champ d'action de l'instrumentation biomédicale aux domaines sportifs et grand public, pour des tâches non directement médicales : les mesures non invasives ont ainsi permis de rapprocher l'acquisition du patient et de son environnement [60]. Il est ensuite possible d'obtenir de nouvelles informations à partir de la coopération de plusieurs capteurs : c'est la fusion de données.

Nous pouvons distinguer trois familles de capteurs suivant le type de paramètres auxquels ils donnent accès :

- **Les capteurs physiologiques** délivrent des informations concernant l'état de santé de la personne. Exemples : pèse-personne, thermomètre, pression artérielle, saturation en oxygène dans le sang ($S_{A}O_2$), pouls, etc.
- **Les capteurs d'activité** permettent une mesure de la mobilité de la personne (ses déplacements), de la posture (debout/couché/assis), de ses mouvements (marche) et des chutes éventuelles. Exemples : les capteurs volumétriques permettent la détection de la présence dans une pièce, de la personne par la variation d'un flux de rayonnement infrarouge ; les contacts de porte permettent la détection des ouvertures et fermetures de porte, autrement dit des passages d'un volume à un autre, etc.
- **Les capteurs d'environnement** renseignent sur les « grandeurs d'influence météorologiques ». Notons que ces grandeurs peuvent avoir leur importance, puisque certaines d'entre elles peuvent renseigner directement sur l'état de santé du patient (refroidissement, morbidité, chute due à un défaut d'éclairage). Exemples : baromètre, hygromètre (taux d'humidité), luminosité (luxmètre), opacimètre (détecteur de fumée), thermomètre (température du logement), sonomètre (bruits acoustiques), CO, gaz, (détecteurs de gaz), etc.

La localisation du capteur dans l'environnement dépend du type de capteur et implique aussi des modalités et des fréquences d'échantillonnage différentes. Nous pouvons encore catégoriser trois types de capteurs selon leur agencement dans l'habitat :

- **Capteurs dits «fixes»** : lorsque les capteurs sont placés dans un endroit fixe du logement, la personne doit normalement se rapprocher du capteur pour déclencher la mesure. Exemple : le pèse-personne.
- **Capteurs dits «nomades»** : ils sont déplaçables en plusieurs emplacements du domicile. La personne peut se saisir du capteur et s'installer dans l'un des endroits prévus à cet effet pour y effectuer sa mesure. Exemple : le tensiomètre.
- **Capteurs dits «ambulatoires»** : ils sont portés en permanence par le patient. La mesure peut donc intervenir en tout point du logement, l'acquisition est ambulatoire. Exemple :

- l'actimètre, qui est un capteur à base d'accéléromètres détectant les postures, les mouvements, les chutes.

Le Tableau 1 montre la fréquence d'échantillonnage en fonction du type spatial de capteur.

Type de capteur	Fréquence d'échantillonnage
Fixes	Faible
Nomades	Faible à moyenne
Ambulatoires	Importante

Tableau 2.1 : Fréquence d'échantillonnage en fonction du type de capteur

Nous pouvons distinguer enfin les capteurs dits « actifs », qui délivrent une information événementielle ou spontanée, et les capteurs dits « passifs », qui délivrent une information à la demande. Lorsque par exemple, la personne monte sur le pèse-personne, la mesure peut être stockée provisoirement, jusqu'à ce qu'elle soit demandée (architecture « client-serveur »), ou bien être envoyée immédiatement (architecture de type « producteur-consommateur »).

2.9 Conclusion :

La maison intelligente du futur fournira une variété de services de soins de santé personnalisés alimentés par la technologie domotique et des capteurs intelligents, des technologies contextuelles plus efficaces et une infrastructure de télécommunications prête à prendre en charge l'échange et le stockage de données adéquats. Dans les années à venir, la télésurveillance deviendra de plus en plus populaire pour les services de télésoins et les patients en réadaptation. En outre, des services de santé plus avancés et efficaces qui détectent les symptômes de la maladie en compilant de grandes quantités de données à domicile pourraient devenir une réalité à l'avenir, en fonction des activités de la vie quotidienne des personnes et des services ou services de routine.

Dans ce chapitre, nous commençons par la définition, l'historique et la finalité de la télémédecine et de la télémédecine, puis nous citons ces différents domaines d'application et technologies. Dans la deuxième partie nous commençons le concept d'habitat intelligent en relation avec le concept de « Domotique » : définition, objectifs et différents axes de recherche, puis nous donnons le processus général et les principales composantes d'un système d'habitat intelligent. Maison intelligente en télémédecine. Enfin, il y a un petit canal sur le capteur.

CHAPITRE 03

*Modélisation de
l'ontologie de suivi*

3.1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à la modélisation de notre ontologie pour le problème soulevé dans ce mémoire, le problème de suivi de la perte d'autonomie chez les personnes âgées. Pour ce faire, nous suivons le processus de construction d'une ontologie. Le processus comprend cinq étapes :

- Spécification des besoins,
- Conceptualisation,
- Formalisation,
- Opérationnalisation,
- Evaluation.

En fait, ces différentes étapes ont été inspirées par la **méthodologie** de la recherche du chapitre 1. Cette dernière est la méthode qui nous permet de construire des ontologies à partir de rien : la MÉTHONTOLOGIE qui permet de construire notre ontologie conceptuelle de manière claire et indépendante de tout langage de spécification.

Comme nous le détaillons au chapitre 2, le manque d'intégration et de communication entre des réseaux de capteurs disparates tend à isoler des flux de données importants et à exacerber les problèmes existants de trop de données et de connaissances insuffisantes.

La méthodologie permet de construire des ontologies au niveau des connaissances en utilisant des modèles conceptuels intermédiaires sans connaissance préalable des concepts. La construction de l'ontologie suit un cycle composé de quatre phases : spécification (le but et les utilisateurs visés de l'ontologie), conceptualisation (construction du domaine au niveau des connaissances), formalisation (traduction automatique du modèle conceptuel à l'aide du traducteur), réalisation (Expression utilisant le modèle formel du langage d'implémentation).

3.2 Processus de construction de l'ontologie :

3.2.1 La spécification : nous ne pouvons pas commencer à construire notre ontologie tant qu'un document informel de spécification des exigences n'a pas été établi. Dans ce document, nous décrivons l'ontologie à construire sous cinq aspects :

- **Domaine de connaissance :** Un champ de suivi pour les personnes âgées en perte d'autonomie en raison de la maladie ou du vieillissement.
- **Les Objectifs :** Disposer d'un vocabulaire conceptuel commun pour toutes les personnes impliquées dans le suivi des personnes âgées en perte d'autonomie, leur permettant de partager des connaissances médicales et de communiquer facilement de manière collaborative.
- **Utilisateurs :** personnes âgées, médecins, infirmiers, personnel soignant, travailleurs sociaux, etc.
- **Sources d'informations :** Documents techniques liés aux domaines du vieillissement, des maladies liées à l'âge, de la perte d'autonomie et des encyclopédies médicales.

- **Portée de l'ontologie** : personnes âgées, médecins, médecine, nom, examen physique, structure HIT, documents, etc.

3.2.2 La conceptualisation : A ce stade, il est nécessaire de réaliser les tâches suivantes :

- a) **Construction du glossaire des termes** : Dans cette tâche, nous décrivons de manière très claire tous les termes utiles et utilisables dans notre domaine d'étude ou en langage naturel.

Terme	Description
Personne âgée	Les problématiques de la gériatrie (polypathologie, perte d'autonomie, fragilité) concernent relativement peu d'individus âgés de soixante à soixante-dix ans, encore appelé « jeunes séniors » ou « youngold » dans la littérature. Par contre, elles concernent souvent des individus âgés de plus de quatre-vingt ans, encore appelés « old-old ».
Personnel médicale	Toute personne travaillant dans le cadre du système de santé. Il peut être un personnel de santé médical ou un personnel de santé paramédical ou un personnel de santé psychosocial.
Personne	C'est un humain qui participe dans la prise en charge d'une personne âgée dans un habitat intelligent.
Médecin	Est un professionnel de la santé titulaire d'un diplôme de docteur en médecine.
Médecin spécialiste	Est un docteur en médecine ayant terminé ses études de spécialité, Il Surveille l'état de santé de la personne âgée.
Médecin de famille	Est une spécialité médicale prenant en charge le suivi durable, le bien-être et les soins de santé généraux primaires d'une communauté, sans se limiter à des groupes de maladies relevant d'un organe, d'un âge, ou d'un sexe particulier. Le médecin de famille, est donc souvent consulté pour diagnostiquer les symptômes avant de traiter la maladie ou de référer le patient à un autre médecin spécialiste
Infirmier	Une infirmière à domicile est formée pour apporter des soins tels que le traitement des escarres, les perfusions, les injections, les lavements ou encore la surveillance des sondes. Lors de ses visites, l'infirmière à domicile doit effectuer un suivi de la prise des médicaments et de l'état de santé général. Elle peut également soutenir la personne âgée dans certaines de ses tâches quotidiennes, telles que la toilette ou l'aide au lever et au coucher.
Télé Surveillance	La télésurveillance est un système technique structuré en réseau permettant de surveiller à distance des lieux.

Assistant-Sociale	À partir d'une analyse de chaque situation, l'assistant de service social (ASS) intervient auprès des personnes âgées, pour améliorer leurs conditions de vie au niveau social, sanitaire, familial, économique, culturel et professionnel.
Aide-Soignant	Le métier d'aide-soignant fait partie des professions paramédicales. Son activité se centre principalement sur l'aide aux personnes soignées dans l'incapacité d'assumer seules leurs besoins primaires. L'aide-soignant travaille également en étroite collaboration et sous la responsabilité de l'infirmier pour une partie de son rôle propre qu'il peut effectuer au sein de l'équipe pluri professionnelle gravitant autour des personnes soignées. Il contribue à la réalisation de certains soins, notamment une partie des soins fondamentaux afin de pallier l'incapacité de réaliser certains actes de la vie quotidienne, comme se laver, s'habiller, boire, respirer, bouger, ou manger seul.
Psychologue	Un expert du comportement, des émotions et de la santé mentale. Il accompagne et soutient la personne âgée et son entourage selon les besoins.
Aide-ménagère	Le ménage est toujours assuré par des auxiliaires de vie. Il s'inscrit dans le cadre d'une aide à domicile globale tournée avant tout vers la personne âgée. D'abord parce que l'aide-ménagère est souvent une tâche complémentaire d'autres besoins provoqués par la perte d'autonomie de la personne âgée (aide aux repas, aide à l'autonomie, accompagnements). Ensuite parce que, si les besoins de la personne âgée évoluent, si son autonomie diminue, l'auxiliaire de vie sera compétente pour y faire face.
Administrateur système	Acteur qui assure le soutien technique et logistique de système (mise à jour de logiciels et de matériels, modifications des paramètres, assurer la sécurité, détection d'alertes...).
Document	Un ensemble de papiers, ou fichiers électroniques qui peuvent être transférés au niveau de la structure du HIT.
Date_Heure	C'est la date et le temps d'une action.
Maladie	La maladie est une altération des fonctions ou de la santé d'une personne âgée.
Capteur	Sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Leur mise en œuvre est du domaine de l'instrumentation.
Suivi des variables biomédicales	C'est un suivi médical pour obtenir l'état de santé et détecter les urgences liées aux situations de santé.
Médicament	Un médicament est toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives.
examens biologiques	Analyse au microscope d'échantillons prélevés sur l'organisme, réalisée dans un laboratoire d'analyses médicales.

Habitat intelligent (HIT)	Le concept d'Habitat Intelligent pour la Santé vise à redonner une vie autonome, dans leur domicile, à des personnes qui devraient normalement être placées dans des établissements spécialisés : patients souffrants de certaines maladies chroniques, handicapés, mais aussi personnes âgées dépendantes.
Détection d'alerte	Déclenchement d'alarme suite à une surveillance basée sur des capteurs environnementaux (détecteur de fumée, détecteur de chute, ...).
Examen clinique	L'examen clinique, fait partie de l'examen médical ou psychologique, qui permet au médecin en pratique avancée de décrire l'état d'un patient, afin d'aboutir à un diagnostic à partir de données d'observations cliniques. Le mot clinique vient du latin signifiant « alité » ou « médecine exercée près du lit du malade ».
La rééducation	Des traitements de rééducation pourraient être efficaces pour améliorer l'état physique des personnes âgées en soins de longue durée, les nombreuses interventions de rééducation physique différentes présentent des bénéfices pour la santé physique.
Examen d'imagerie	L'imagerie médicale regroupe les moyens d'acquisition et de restitution d'images du corps humain à partir de différents phénomènes physiques tels que l'absorption des rayonsX , la résonance magnétique nucléaire, la réflexion d'ondes ultrasons ou la radioactivité auxquels on associe parfois les techniques d'imagerie optique comme l'endoscopie.
La surveillance des activités	C'est des applications de reconnaissance d'activité analysant les activités qu'une personne âgée effectue à la maison.
Soins_Infirmiers	Les soins infirmiers sont définis au sens large comme « une attention, une application envers quelqu'un ou quelque chose ». Le mot soin prend alors le sens de « moyens par lesquels on s'efforce de rendre la santé à un malade ».
Perte d'autonomie	Liée au vieillissement de la population, la perte d'autonomie est l'incapacité d'assurer seul certains actes de la vie courante, en raison de l'altération des capacités physiques et/ou psychiques d'une personne plus ou moins âgée.
.....

Tableau 3.1 : Glossaire de termes

b) **Classer les concepts en hiérarchies** : Dans cette tâche, nous définirons les relations taxonomiques entre les concepts.

➤ Le concept « **Télé-surveillance** » :

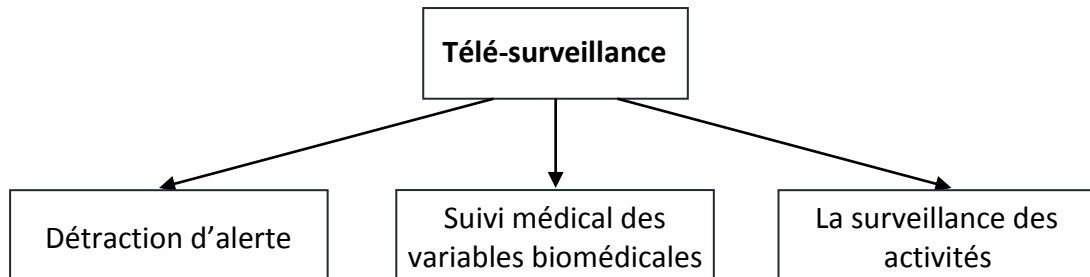


Figure 3.1.1 : concept «Télé-surveillance»

➤ Le concept « **Personne** » :

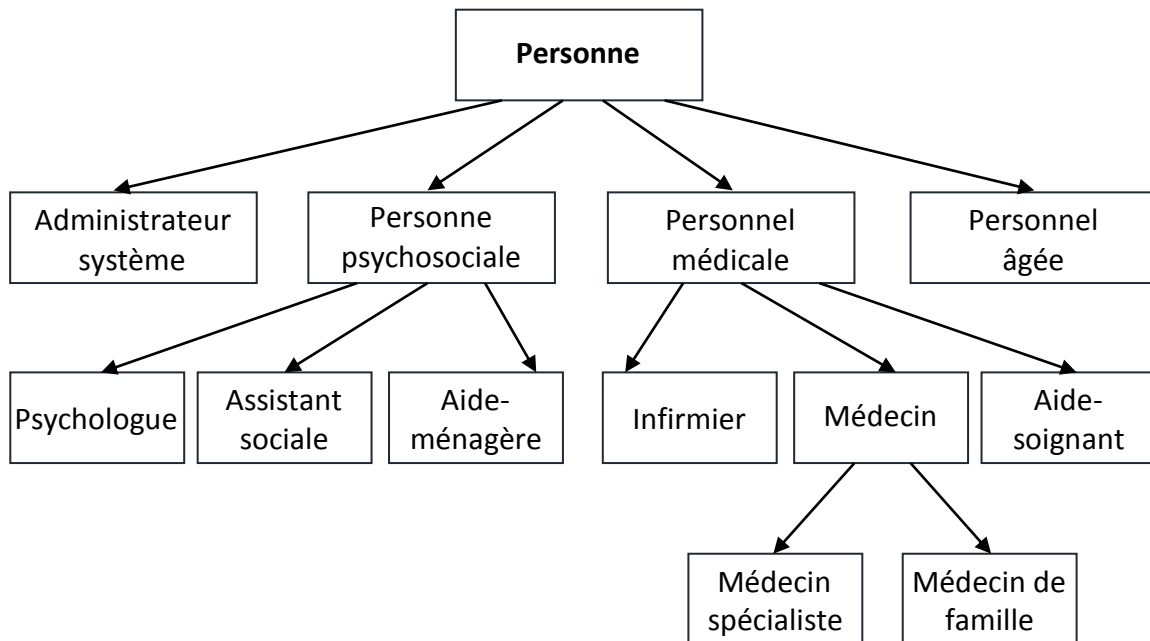


Figure 3.1.2 : concept «Personne»

➤ Le concept « **Habitat intelligent** » :



Figure 3.1.3 : concept «Habitat intelligent»

➤ Le concept « **Maladie** » :

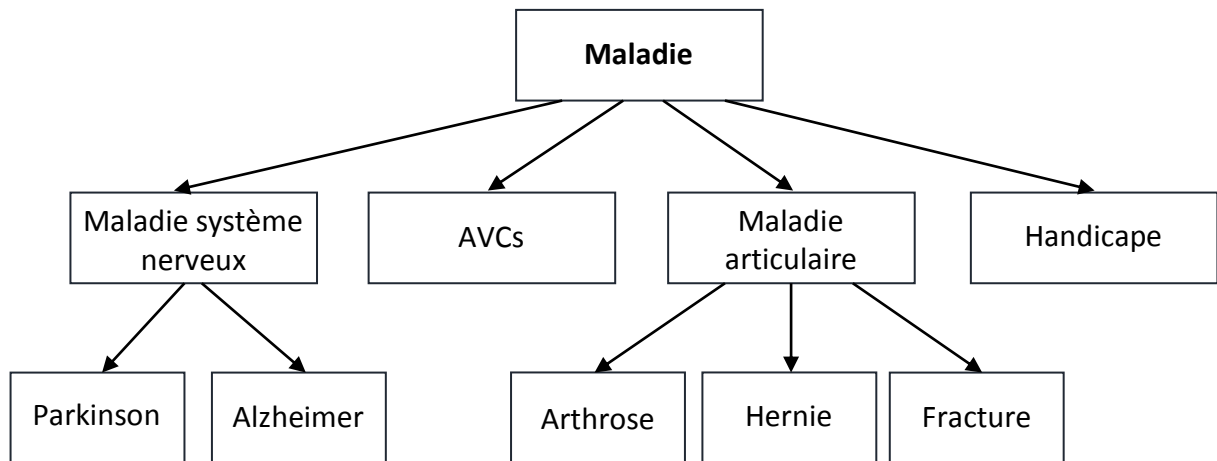


Figure 3.1.4 : concept «Maladie»

➤ Le concept « **Document** » :

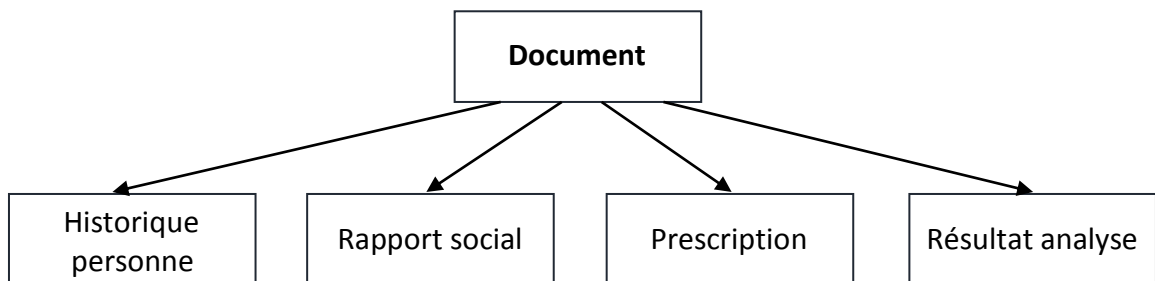


Figure 3.1.5 : concept «Document»

➤ Le concept « **Activité** » :

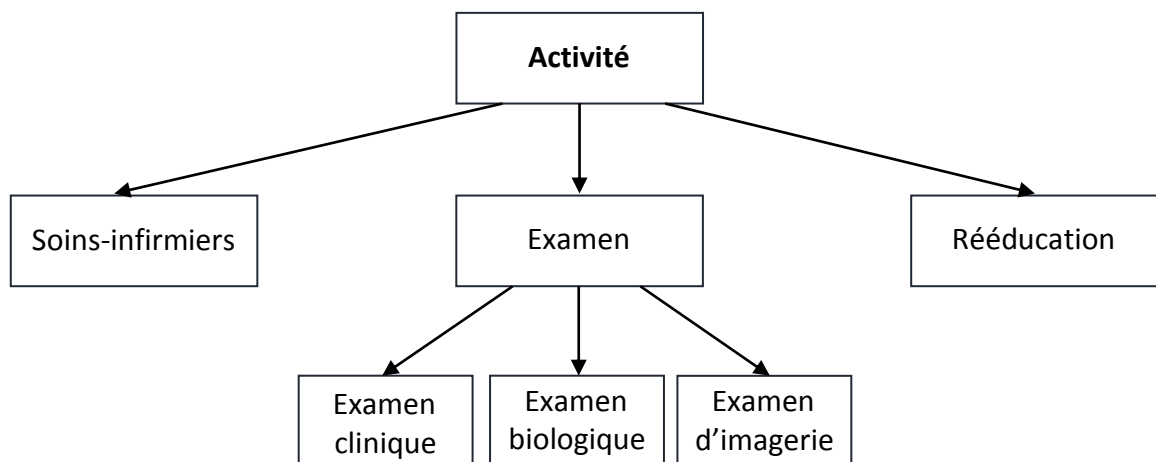


Figure 3.1.6 : concept «Activité»

➤ Le concept « **Équipement** » :

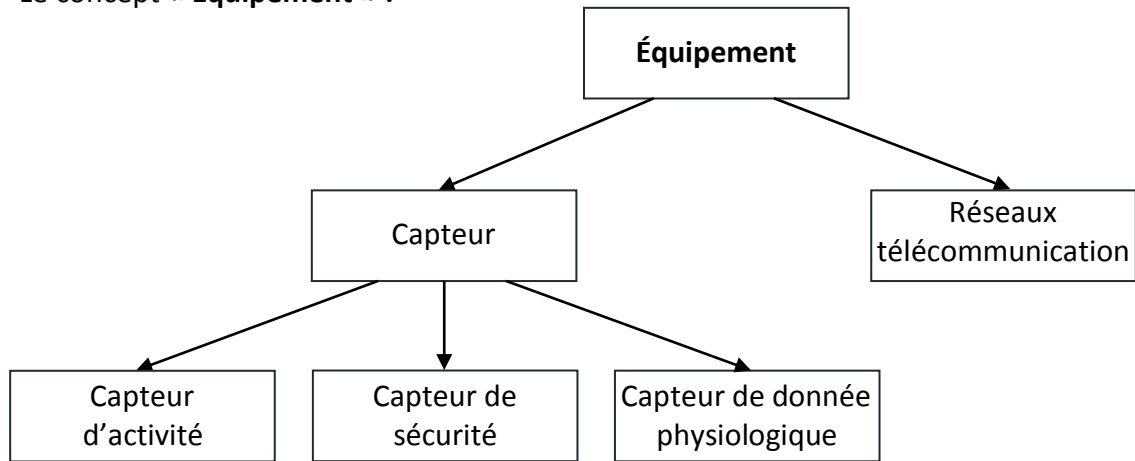


Figure 3.1.7 : concept «Équipement»

c) **Construction de diagramme de relations binaires** : Il s'agit d'un problème de mise en relation de deux concepts entre eux par une relation, cette tâche va nous permettre de représenter graphiquement toutes les relations qui existent entre différents concepts.

d) Construction d'un dictionnaire de concepts : Construction d'un dictionnaire de concepts : Après avoir terminé la classification des concepts et le diagramme de relations binaires, les attributs décrivant tous les concepts de la hiérarchie doivent être spécifiés dans le **dictionnaire de concepts du domaine**, y compris : les noms de domaine des concepts, leurs synonymes, les acronymes Les mots, les attributs et les relations.

Nom de concept	Attributs	Les relations	Synonymes
Personne	- Nom. - Prénom. - Lieu de naissance. - Age. - Numéro_téléphones. - Situation familiale. - Numéro_sécurité_sociale.	- Rédige - A sexe	Humain
Personne âgée	-	- A maladie - A document - Suivie par - Pris en charge dans	personne vieilli qui souffre d'un certain degré de perte d'autonomie
Personnel_médicale	-	-	Professionnel de santé
Médecin	-	-	-
Médecin spécialiste	-	- A comme spécialité - Ecrit	Médecin libérale
Médecin de famille	-	-	-
Infirmier	-	-	-
Aide-soignant	-	-	-
Personnel psychosocial	-	-	-
Assistant sociale	-	-	-
Psychologue	-	-	-
Aide-ménagère	-	-	-
Administrateur_système	-	- Mettre à jours - Télé-surveillance - Applique - Utilise	Expert de suivie technique et logistique des logiciels

Document	-	- Écrit-le	-
Rapport	-	- Rédigé le - Rédigé par	-
Prescription	- Médicament.	- Contient	Ordonnance médicale
Date Heure	- Date. - Heure.	-Date_naissance -Date_document -Date_rapport -Date_activité	-
Capteur	-	- Envoi donnée via	Equipement détecteur d'informations
Spécialité	- Nom_spécialité.	-	-
Données_physiologique	-	- Capter par	Valeurs corporelle
Données_sécurité	-	- Détecté par	Valeurs de sécurité
Activité	-	- Effectué le	Les différentes fonctionnalités du système
Télé-surveillance	-	-	Suivie à distance
Habitat intelligent	-	- Equipé de	-
Réseaux_communication	-	-	-
Maladie	- Nom maladie.	-	Pathologie
Maladies_système_nerveu x	-	-	Pathologies neurologique
Maladies_ articulaires	-	-	Pathologies osseuses
Les fractures	-	-	-
...

Tableau 3.2 : Dictionnaire de concepts

e) **Construction de table de relations binaires** : Cette tâche vise à construire une table de relations binaires détaillée. Pour chaque relation utilisée dans un diagramme de relations binaires, il est nécessaire de définir : Le nom de la relation. Nom du concept source. notion de cible. Cardinalité source et cardinalité destination.

Nom de la relation	Concept source	Concept cible	Card source	Card cible	Relation inverse
Pris en charge dans	Personne âgée	Habitat intelligent	1..1	1..n	Abri
A maladie	Personne âgée	Maladie	1..n	1..1	
Subit	Personne âgée	Activité	1..n	1..1	Appliqué sur
Née le	Personne âgée	Date Heure	1..1	1..1	Date de naissance
A document	Personne âgée	Document	1..n	1..1	Est un document de
Suivie par	Personne âgée	Médecin Spécialiste	1..n	1..n	Surveille
Equipé de	Habitat intelligent	Capteur	1..n	1..1	Installé dans
Capté par	Données physiologique	Capteur	1..1	1..n	Capte
Détecté par	Données de sécurité	Capteur	1..1	1..n	Détecte
A comme Spécialité	Médecin spécialiste	Spécialité	1..1	1..n	Est spécialisé en
Ecrit	Médecin spécialiste	Prescription	1..n	1..1	Ecrit par
Contient	Prescription	médicaments	1..n	1..1	Ecrit dans
Rédige	Personne	Document	1..n	1..n	Rédigé par
A sexe	Personne	Sexe	1..1	1..1	Sexe de
Écrit-le	Document	Date Heure	1..1	1..1	Date document
Rédigé le	Rapport	Date Heure	1..1	1..1	Date rapport
Effectué le	Activité	Date Heure	1..1	1..1	Date activité
Rédigé par	Rapport	Assistant sociale	1..n	1..n	Rédige
Mettre à jours	Administrateursystème	Logiciel	1..n	1..1	Est mis à jours par
Télé_surveillance	Administrateursystème	Personne âgée	1..n	1..n	Télé surveillé par
Envoi données via	Capteur	Réseaux télécommunication	1..1	1..n	Reçoit
Utilise	Administrateursystème	Réseaux télécommunication	1..n	1..n	Utilisé par
Applique	Administrateursystème	Activité	1..n	1..1	Appliqué par
...

Tableau 3.3 : Tables des relations binaires

f) Construction de la table d'attributs : Dans cette tâche, nous construisons une table d'attributs qui comprend des descriptions détaillées des attributs contenus dans le dictionnaire de concepts, ainsi qu'un ensemble de contraintes et de restrictions sur ces valeurs.

Nom attribut	Type de valeur	Card (min/max)	Valeur par défaut	Domaine de valeurs
Nom	String	1..1	-	-
Prénom	String	1..n	-	-
Lieu de naissance	String	1..1	-	-
Age	Int	1..1	-	-
Numéro_ téléphones	Int	0..n	-	-
Numéro_sécurité_sociale	Int	1..1	-	-
Situation familiale	String	1..1	-	marie, divorcé célibataire, veuf,
Date	Date	1..1	-	-
Heure	Time	1..1	-	-
Nom maladie	String	1..1	-	-
Médicament	String	1..1	-	-

Tableau 3.4 : Table d'attributs

g) Construction de la table des instances : Construction d'une table d'instances : dans cette tâche, nous construisons une table d'instances pour décrire les instances connues ; et sont identifiées dans le dictionnaire de concepts. Pour chaque instance, nous précisons le nom de l'instance, le nom du concept auquel elle appartient, ses propriétés et les valeurs qui lui sont associées. Dans le tableau 3.5 ci-dessous, nous donnerons quelques exemples de création.

Nom de l'instance	Nom de concept	Attributs	Valeurs
- Alzheimer. - Parkinson.	Maladies_système_nerveux	-	-
- Arthrose. - Hernie.	Maladies_articulaires	-	-
- Médecine interne. - Neurologie. - Cardiologie. - Orthopédie.	Spécialité	-	-
- Masculin. - Féminin.	Sexe	-	-
- Détecteur de gaz. - Détecteur d'incendie. - Détecteur d'inondation.	Capteur de sécurité	-	-
- Capteur de poids. - Capteur de température. - Capteur de tension artérielle Oxymétrie. - Capteur de pouls.	Capteur de données physiologique	-	-
- Détecteurs de passages. - Capteurs de chutes. - Capteur postures corporelles.	Capteur d'activités	-	-
- L'identification dans le système. - La consultation des dossiers médicaux. - La consultation des prescriptions. - L'écriture et la lecture des paramètres. - Ajouter des notes d'intervention. - Mise à jour de logiciels et de matériels. - Modifications des paramètres.	Activité	-	-
...

Tableau 3.5 : La table des instances

3.3 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes étapes menant à la construction d'une ontologie sous la forme d'un ensemble de représentations formelles en appliquant notre approche méthodologique dans laquelle nous avons ajouté les étapes de construction de l'ontologie à l'étape de conceptualisation. Cette étape nous a été très utile et nous l'avons trouvée très intéressante après avoir construit le glossaire. Il nous permet de :

- Identifier les sous-domaines qui composent notre ontologie et voir si ces sous-domaines sont des objets d'une ontologie existante. Dans des circonstances favorables, nous pouvons étudier des méthodes de liaison pour assurer l'interopérabilité.
- Décomposer le problème à résoudre pour solidifier notre compréhension et mieux comprendre le contexte dans lequel chaque concept est utilisé.

Définir le squelette de notre ontologie sous une forme modulaire, puis développer chaque module séparément, et la phase de mise en œuvre fera l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE 04

*Implémentation de
l'ontologie sous
PROTÉGÉ*

4.1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à l'implémentation de l'ontologie obtenue au chapitre précédent. L'ontologie peut être éditée à l'aide de Protégé 5.5.0 Ontology Editor et implémentée à l'aide de la technologie OWL DL. Avant d'écrire une ontologie avec Protégé, un langage de spécification doit être sélectionné. Nous avons choisi le langage OWL, et l'encodage de l'ontologie au format OWL a l'avantage de rendre cette ontologie réutilisable, grâce à l'utilisation de propriétés équivalentes, la séparation entre concepts et relations.

4.2 PROTÉGÉ Présentation :

Protégé est un système d'édition pour créer des ontologies. Il a été créé par Stanford University Medical Informatics en juillet 1987, il a été dédié aux applications médicales depuis le début, mais son utilisation s'est étendue à des outils et des applications à base de connaissances de plusieurs types (biomédical, commerce électronique, modèles organisationnels, etc.).

Protégé est une plate-forme open source indépendante qui fournit un environnement graphique pour l'édition, la visualisation et le contrôle (vérification des contraintes) des ontologies.

L'implémentation d'une petite ontologie est une tâche complexe qui nécessite plusieurs lignes de code et demande beaucoup d'efforts et de temps. PROTÉGÉ libère l'ontologie de toutes ces complexités de programmation et permet de générer automatiquement des structures d'ontologie créées en OWL-DL.

Toutes ces fonctionnalités ont contribué à son succès et en ont fait un éditeur d'ontologies très agréable avec une réputation aujourd'hui, servant de référence pour une large communauté d'utilisateurs (universités, gouvernement et entreprises).

4.3 Étapes d'édition d'ontologie sous PROTÉGÉ-OWL :

L'interface utilisateur du plugin PROTECTED-OWL propose plusieurs onglets. Les plus importants de ces composants que nous utiliserons plus tard pour éditer l'ancienne ontologie de suivi sont :

- **Onglet *Classes*** : Affiche la hiérarchie des classes de l'ontologie. Il vous permet de créer et de modifier des classes (concepts) et d'afficher les résultats de la classification.
- **Onglet *Object Properties*** : Utilisé pour créer et modifier les relations qui existent entre les concepts d'ontologie.
- **Onglet *DataProperties*** : Utilisé pour créer et modifier les propriétés du concept.
- **Onglet *Individuals*** : Pour créer et éditer des instances de chaque concept.
- **OntoGraf** : Permet d'afficher l'ontologie sous forme de graphe ou simplement de concept.

4.3.1 Créez un nouveau projet après avoir démarré Protégé 5.5.0 :

Il est généré en spécifiant respectivement le type de projet et le langage d'édition de l'ontologie.

4.3.2 Éditer l'ontologie :

Après avoir spécifié le type d'élément, dans la fenêtre suivante, nous allons modifier l'ontologie.

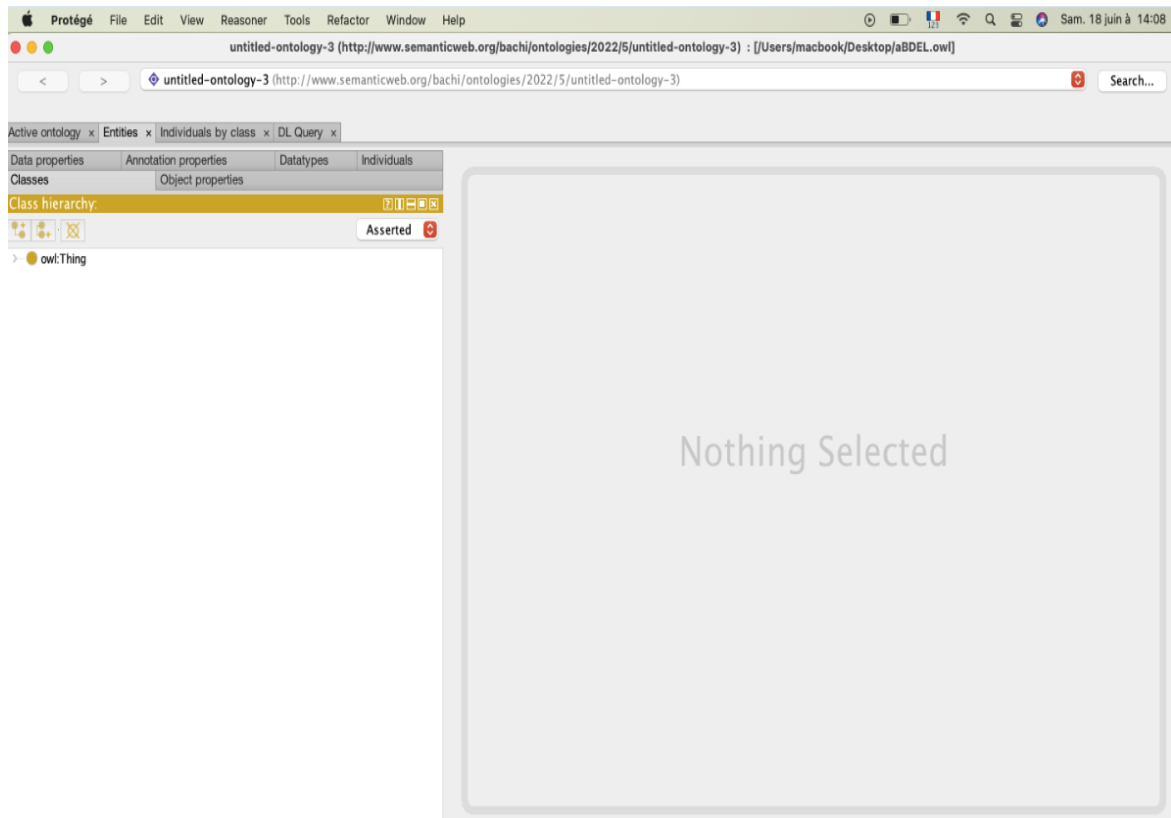


Figure 4.1 : Interface Principale PROTÉGÉ

4.3.2.1 Création des classes et la hiérarchie des classes :

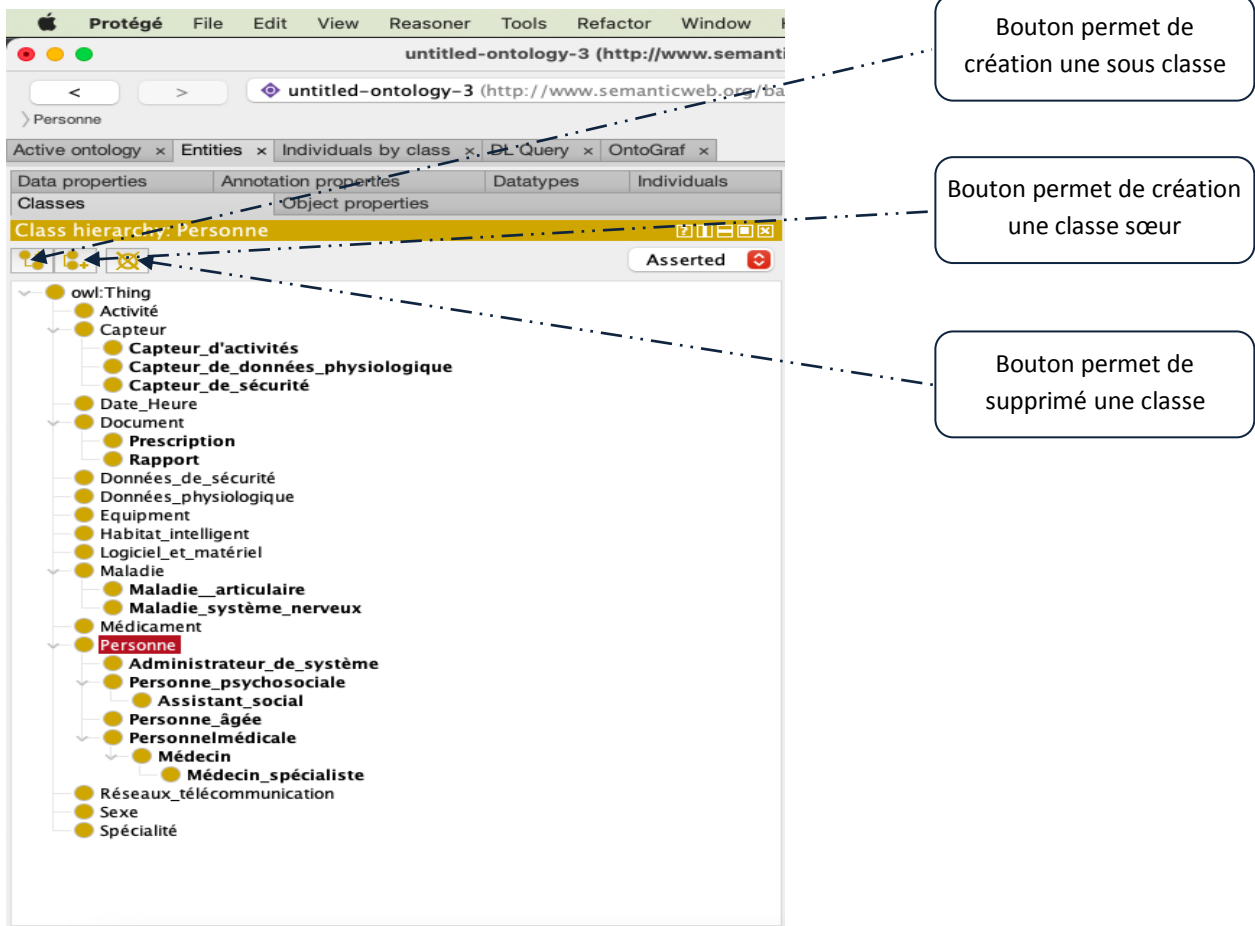


Figure 4.2 : Création des classes

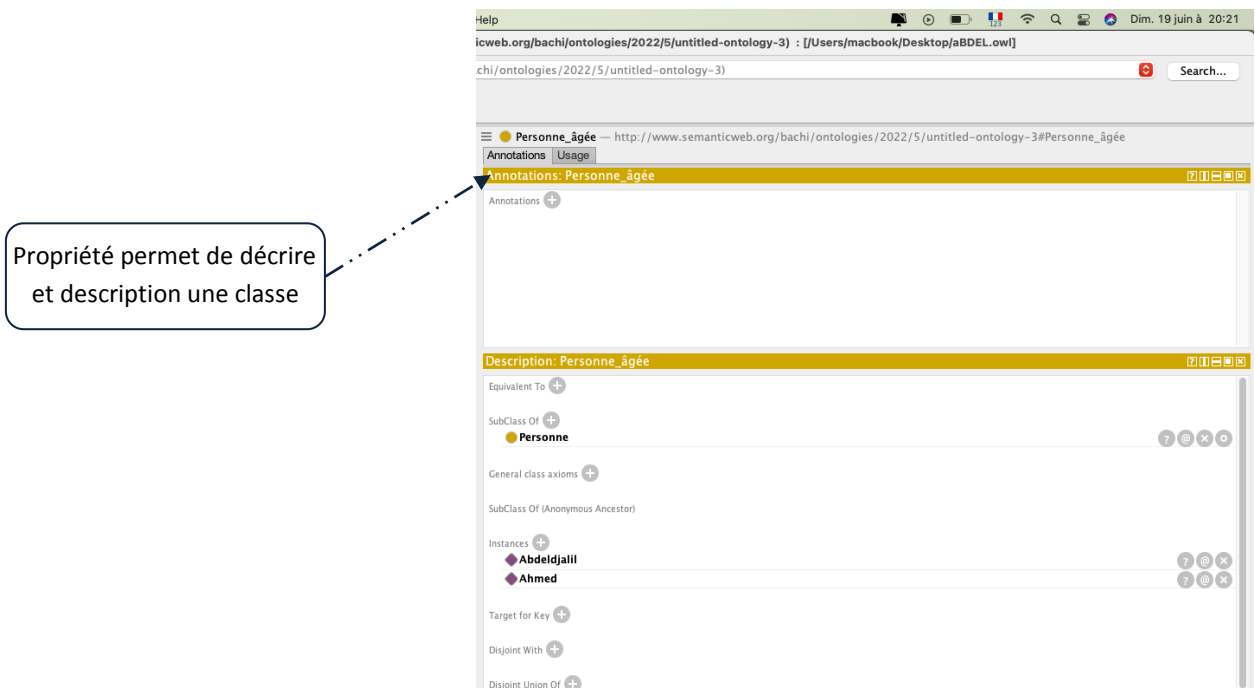


Figure 4.3 : Ajout des descriptions des classes

4.3.2.2 Création des relations "Object prophéties» : Création les relations qui existent entre eux

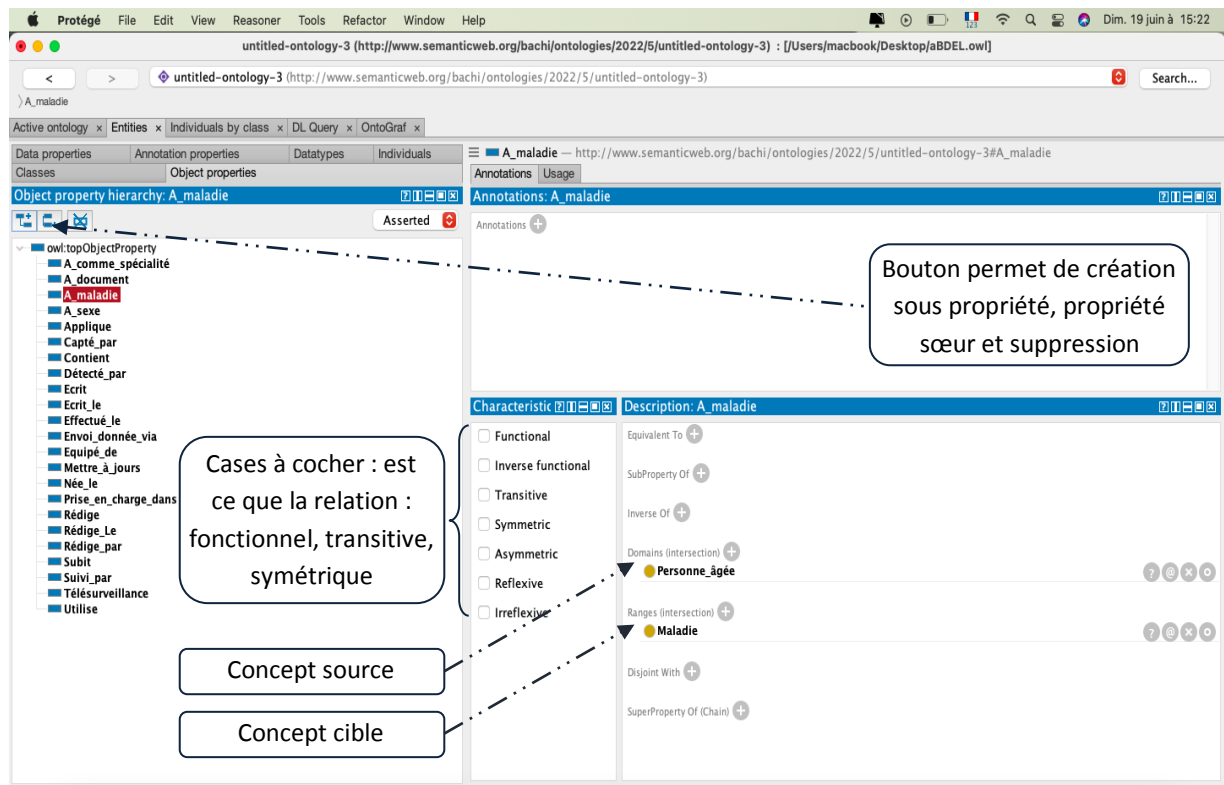


Figure 4.4 : Ajout les relations

4.3.2.3 Création des attributs "Data prophéties» :

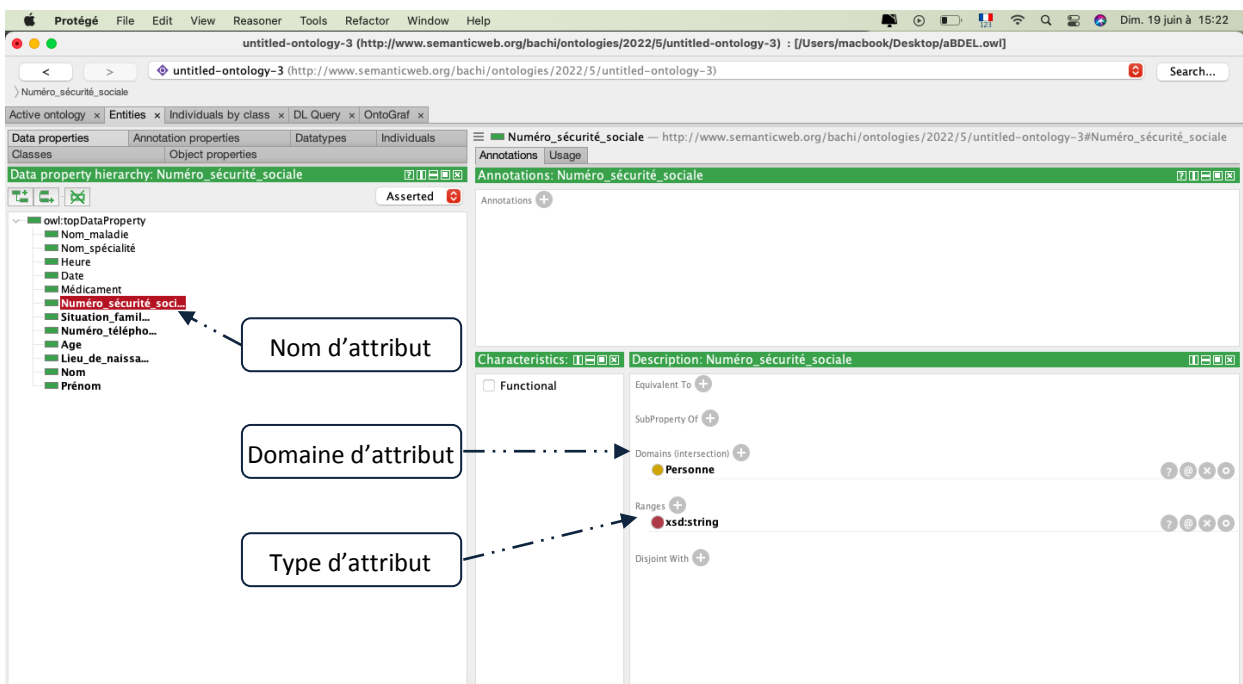


Figure 4.5 : Ajout des attributs

4.3.2.4 Ajout des instances "Individuals" :

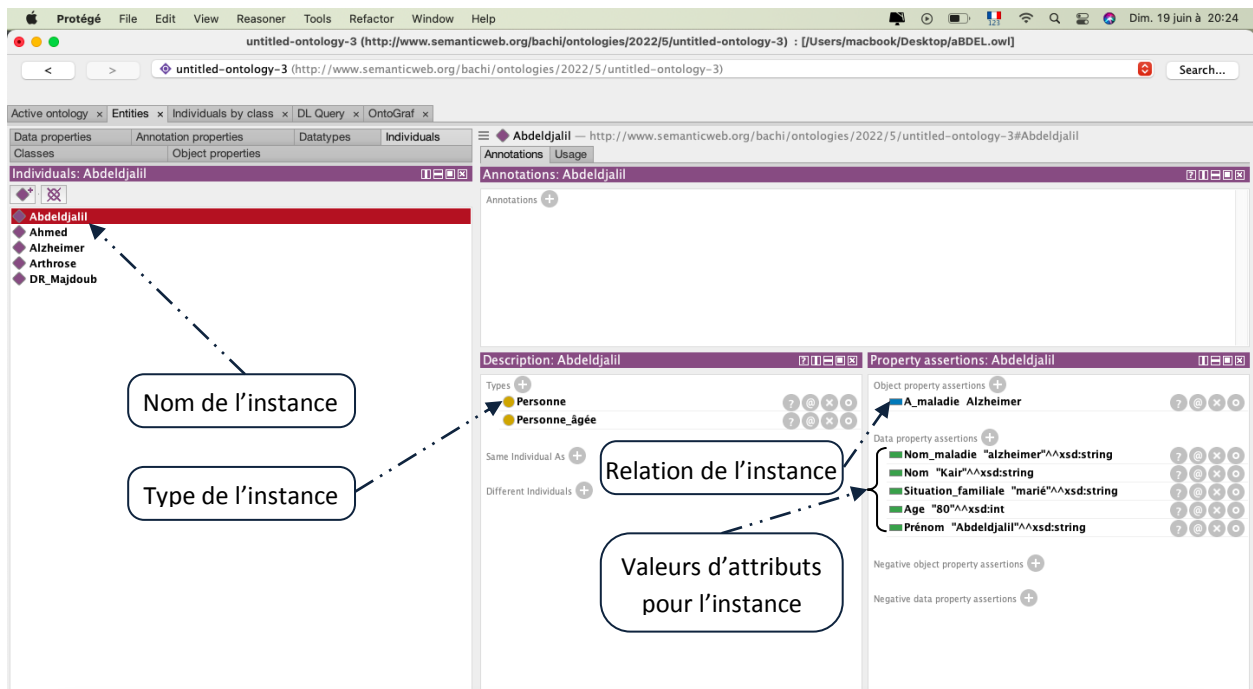


Figure 4.6 : Ajout des instances

Note : Lorsque vous démarrez " raisonner ", grâce au moteur d'inférence, il peut déduire des relations que vous n'avez pas encore éditées. Exemple : Dans la figure ci-dessous, le « raisonneur » déduit la relation entre le concept de « personne âgée » et le concept de « maladie » sur la base des données d'entrée.

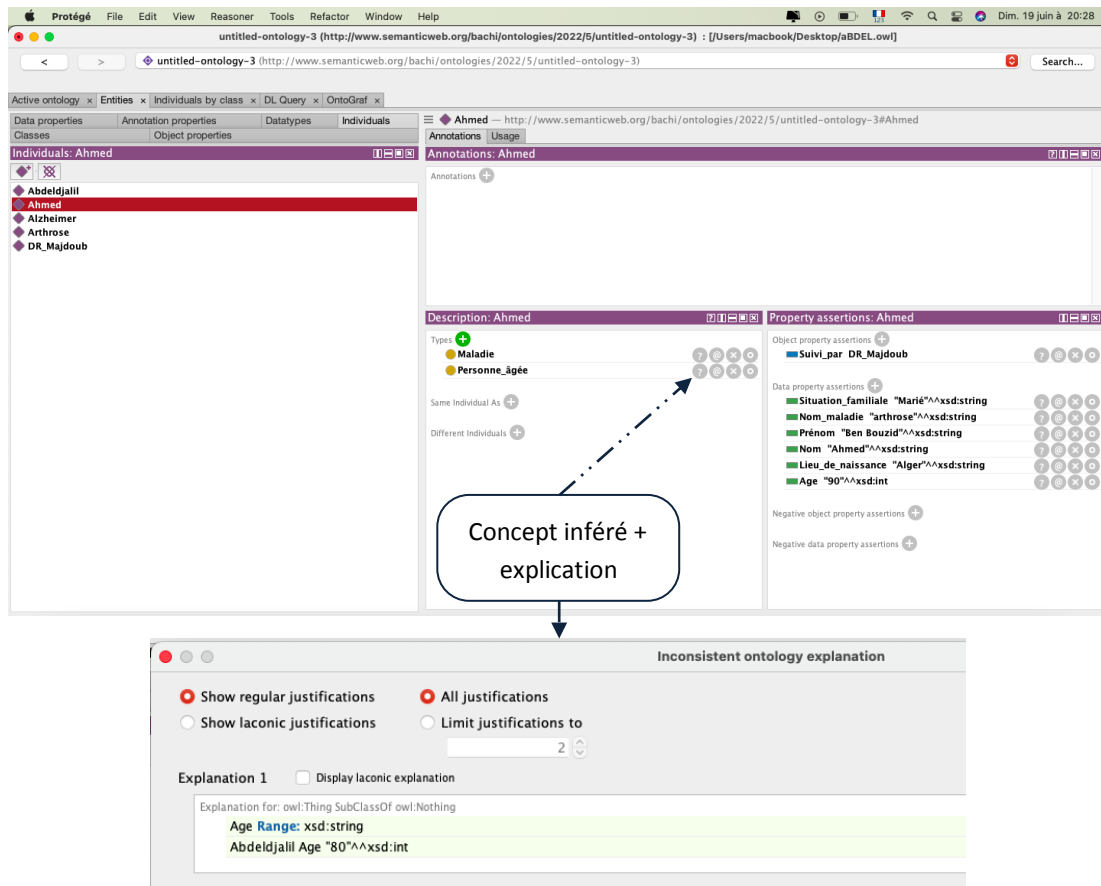


Figure 4.7 : Exemple d'inférence

4.3.2.5 Affichage sous forme graphique :

Notre ontologie peut être affichée sous forme d'un graphe grâce à l'onglet "OntoGraf", qui permet d'afficher l'ontologie entière ou juste une classe.

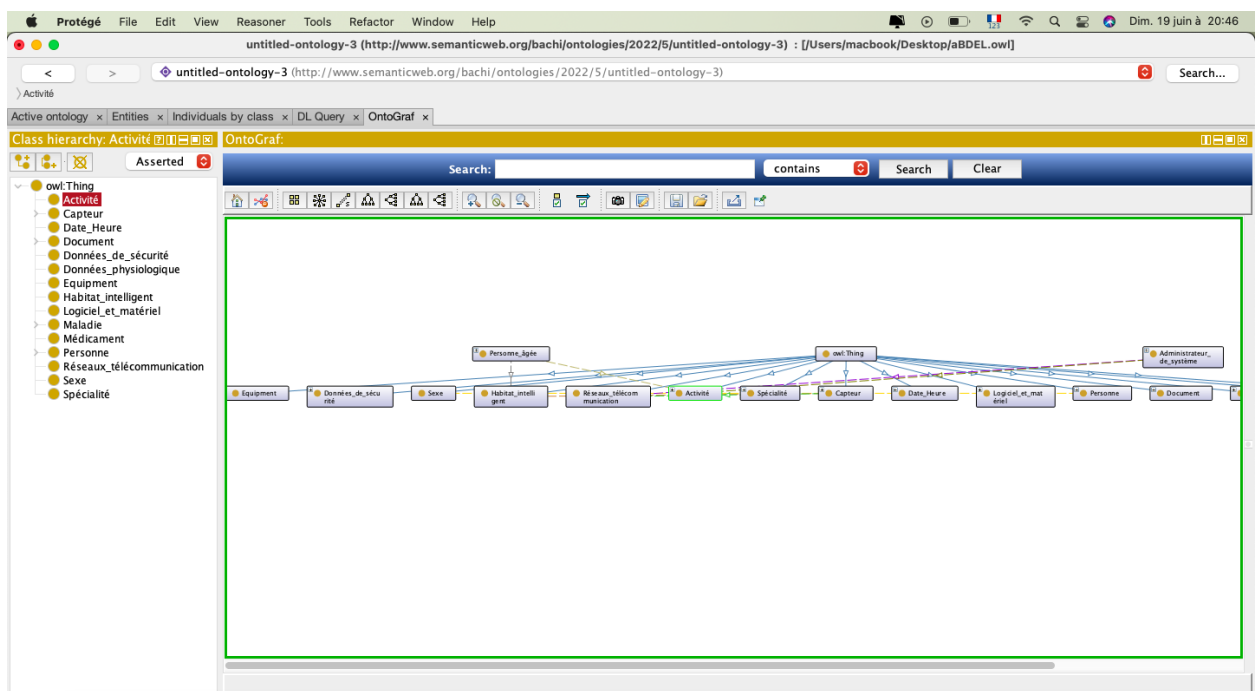


Figure 4.8 : L'ontologie graphique

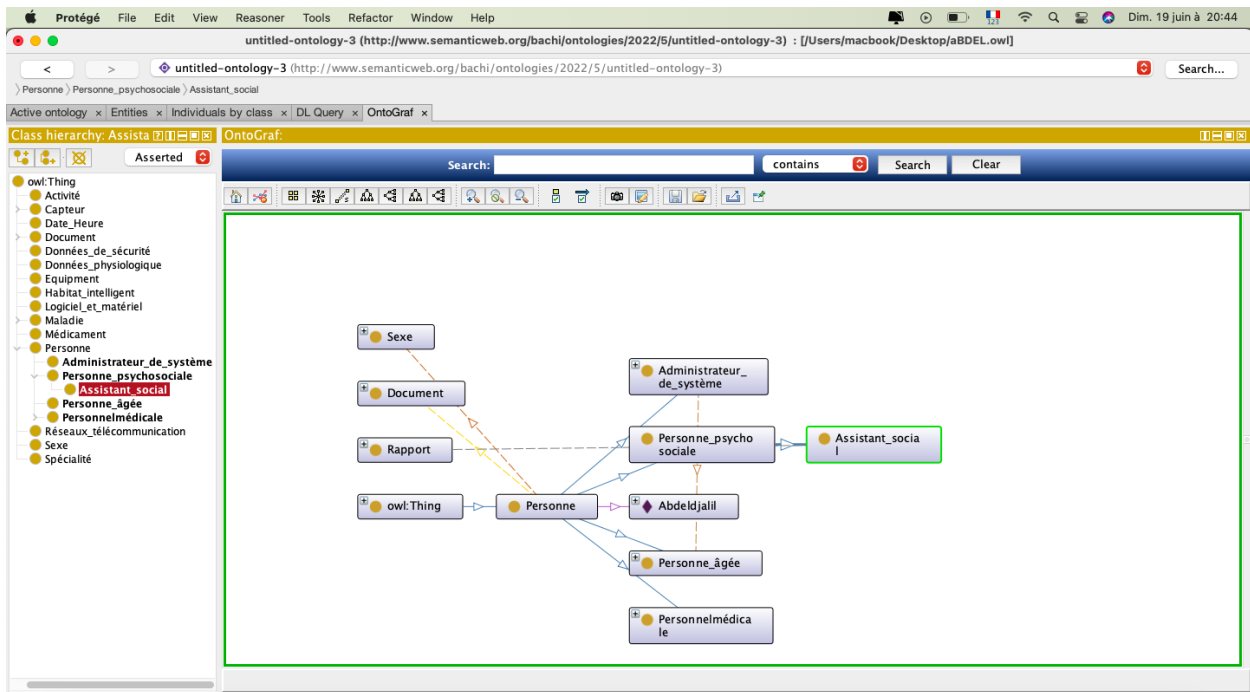


Figure 4.9 : Représentation du concept "Personne" sous forme graphique

4.4 Conclusion :

De ce que nous avons fait dans ce chapitre, nous pouvons dire qu'après avoir suivi le processus de construction de l'ontologie, nous avons construit avec succès une ontologie de domaine complexe et formelle pour le suivi des personnes âgées en perte d'autonomie. Le principal avantage de nos ontologies est leur consistance et leur cohérence, que nous avons testées et qui, désormais, peuvent être utilisées dans des systèmes pertinents pour le domaine de l'habitat intelligent pour les personnes âgées.

CONCLUSION
GENERALE

Conclusion générale :

Le vieillissement de plus en plus accéléré de la population mondiale, généralement perçu comme résultat des changements structuraux et dans les us, préoccupe la communauté internationale à tous les niveaux. Quand ce vieillissement s'accompagne de pathologies démentielles telles la maladie de l'Alzheimer entre autres, la problématique ne fait que croître en complexité. Les systèmes d'Habitats Intelligents en Télé-santé (HIT) font partie des solutions envisagées dans la recherche d'une solution combinant des moyens matériels, techniques, technologiques, cognitifs et humains. Cette solution permettrait de prendre en charge une personne atteinte d'une telle démence, en particulier celle désirant demeurer autonome le plus longtemps possible, tant que son état le permettra. La technologie du HIT a connu un essor important, particulièrement lors de la dernière décennie, en proposant tant de variantes, ayant pour objectif commun la mise en place d'un système de sécurité des personnes âgées. Ce système devra permettre une intervention adéquate, personnalisée et adaptable aux changements dans le comportement de la personne concernée, grâce à la télé surveillance et l'assistance à la tâche.

Dans ce cas, on essaie de réduire cette complexité à l'aide d'une représentation appropriée. Pour cela, nous proposons et développons une ontologie de domaine utilisant des techniques d'ontologie pour soigner les personnes âgées en perte d'autonomie en HIT. Notre intérêt pour les ontologies vient de leur exhaustivité, de leur normativité, de leur granularité, et d'être une technologie du Web sémantique qui assure l'interopérabilité, le partage et la réutilisation des ressources. Pour la construction de notre ontologie, nous avons suivi un processus de construction d'une ontologie guidé par la méthode METONTOLOGIE et plusieurs principes largement acceptés par les ontologues.

Après avoir obtenu une ontologie conceptuelle formelle claire, nous entrons dans la phase d'opérationnalisation à l'aide de l'outil PROTÉGÉ, qui nous libère de la complexité de la programmation et nous permet de générer automatiquement du code OWL pour l'ontologie. Leur cohérence et cohérence ont ensuite été prouvées par des tests de leur application. Au fur et à mesure que notre ressource d'ontologie émerge, elle est cohérente et peut être évaluée et développée dans des systèmes pertinents pour le domaine des soins aux personnes âgées dans l'habitat intelligent.

A noté dans le travail dans ce domaine :

- La tâche de construire une ontologie est fatigante car elle est non linéaire et nécessite de multiples retours en arrière pour obtenir la version finale.
- En tant qu'informaticien, pour construire une ontologie, il faut aussi être plus ou moins expert dans un domaine d'étude.
- Pour nous, étape d'extraction des connaissances : s'occuper des personnes âgées et de la maison intelligente est difficile car il n'y a pas de véritable organisation.

- En Algérie, le secteur médical n'a pas encore adopté la structure de la maison intelligente, de sorte que les experts dans ce domaine n'ont pas une conception claire d'une telle structure. Enfin, le but de ce travail est :
 - Mettre notre ontologie dans un système spécifique de services de soins aux personnes âgées pour le rendre complet, évolué, étendu et perfectionné.
 - Nous nous attendons à ce que notre ontologie soit évaluée par des experts dans le domaine.
 - Compléter les différentes étapes du cycle de vie de l'ontologie.

En définitive, nous n'avons pas la prétention d'avoir réalisé un travail parfait, toutefois, nous espérons avoir répondu tant soit peu à notre problématique et confirmé nos hypothèses.

Cela étant, aux autres chercheurs de puiser là où notre recherche a trouvé comme limite afin d'apporter une solution à l'avenir, tout en tenant les points forts de ce travail.

Références

Référence :

- **Houacine, T. Azoune, S.** « Construction et exploitation d'une ontologie dans le domaine de lutte antiacridienne.».Mémoire d'ingénieur à l'Institut National de Formation en Informatique (I.N.I) OuedSmar, Alger (2008).
- **Mouhamadou Saliou Diallo** : Etat de l'art sur ontologies et extraction de connaissances Université de Strasbourg 2011.
- **Natalya F. Noy et Deborah L. McGuinness** Guide pour la création de votre première ontologie Université de Stanford, Stanford, 2013CA, 94305.
- Ontologies **Dr. Roman V Belavkin** BIS4410 university of London.
- **Gomez Pérez A.** et Benjamins V.R. «Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components : Ontologies and Problem-Solving Methods.» Proceedings of the IJCAI-99, workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods(KRR5), Chandrasekaran B., Benjamins V.R., Gómez-Pérez A., Guarino N. et Uschold M., Stockholm (Suède) 1999.
- **BLAZQUEZ M., FERNANDEZ M., GARCIA-PINAR J. M. & GOMEZ-PEREZ A.** «Building Ontologies at the Knowledge Level using the Ontology Design Environment»1998.
- Ingénierie Ontologique et Web Sémantique **DR LEHIS Saida** Université Abbes LAGHROUR KHENCHELA 2019/2020.
- **Audrey Baneyx, Jean Charlet** Évaluation, évolution et maintenance d'une ontologie : état des lieux et expérimentation Université de paris 2008.
- Mémoire magister de **HABIB-ELLAH GUERGOUR** Construction d'une ontologie d'application dans le cadre de l'EAI Université Mentouri de Constantine 2007.
- **F. Furst**, "L'ingénierie ontologique". Rapport de recherche N°02-07. 2002.
- **Charlet J., Bachimont B. et Troncy R.** «*Ontologies pour le Web Sémantique.*» In Le Web sémantique, CHARLET J., LAUBLET P. et REYNAUD C. (Ed.), Hors-série de la Revue InformationInteraction-Intelligence(I3) ,4(1), Cépaduès, Toulouse, 2004.
- **HACINE GHERBI Ahcine** Mémoire de Magister : Construction d'une Ontologie pour le WEB Sémantique UNIVERSITÉ FERHAT ABBES- Sétif 2012.
- **M.Uschold & M.Grüniger**, "ONTOLOGIES : Principles, Methods and Applications". Knowledge Engineering Review. 1996
- **Swartout B., Patil R., Knight K. et Russ T.** «*Towards Distributed Use of Large Scale Ontologies.*» Spring Symposium Series on Ontological Engineering, Stanford University, CA, 1997.
- **Gilles Virone.** ARCHITECTURE ET SIMULATION LOCALES DU SYSTEME D'INFORMATION DOMOTIQUE-SANTE INTEGRE A DOMICILE (SID2) POUR LA DETECTION DE SITUATIONS A RISQUE ET L'AIDE A LA DECISION. domain_stic.inge. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2003. Français.
- Etat de l'art et apport de la télémédecine en hospitalisation à domicile. Projet DESS 2002 Université de Compiègne.

- **L. Bajolle**, E-médecine : amélioration, optimisation et humanisation de la médecine de ville par l'usage de l'Internet et des nouvelles technologies, Thèse de doctorat en médecine, Université Joseph Fourier de Grenoble, **Janvier 2020**
- **Braun F, Berthier F**, "Les interconnexions de la Régulation Médicale," Conférence Congrès Urgences 2009. Paris ; 2009.
- **Sandrine DEGOS, Joëlle BOUET, Rozenn GUELLEC, Rebecca AMMAR**, "Pipame - E-santé : faire émerger l'offre française en répondant aux besoins présents et futurs des acteurs de santé," Date de parution : 2016,
- **Sylvain BONHOMME** thèse de Doctorat : METHODOLOGIE ET OUTILS POUR LA CONCEPTION D'UN HABITAT INTELLIGENT délivré par l'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE Mai 2008
- **FATIHA LATFI** Université de QUÉBEC à MONTRÉAL : MÉTA-MODÈLE BASÉ SUR DES ONTOLOGIES POUR UN HABITAT INTELLIGENT DÉDIÉ À DES PERSONNES EN PERTE D'AUTONOMIE COGNITIVE **Septembre 2015.**
- The Role of Smart Homes in Intelligent Homecare and Healthcare Environments **L. Vellido Morenoa, M. L. Martín Ruiza, J. Malagóna, M. A. Valero Duboya b, M. Lindén**
- Telematics and Electronics Engineering Department, ETSIS Telecommunication, Politécnica de Madrid University /Director of the National Reference Centre of Personal Autonomy and Technical Aids (CEAPAT), /Health, Social Services and Equality Ministry School of Innovation, Design & Engineering, Mälardalen University, Västerås, Sweden **Décembre 2016.**
- **Hubert Kenfack Ngankam** MODÈLE SÉMANTIQUE D'INTELLIGENCE AMBIANTE POUR LE DÉVELOPPEMENT- *DO-IT-YOURSELF*- D'HABITATS INTELLIGENTS. Faculté des sciences Université de SHERBROOKE Sherbrooke, Québec, Canada, **16 janvier 2019**
- **ALEXIA GOUIN, NORBERT NOURY** Habitat Intelligent pour la Santé - Vers un outil d'aide à l'évaluation automatique de la dépendance d'une personne âgée /XUAN HOA BINH LE, MARIA DI MASCOLO, Laboratoire d'Automatique de Grenoble-ENSIEG-INPG/ Domaine Universitaire, BP 46, 38402 Saint Martin d'Hères Cedex, France Article **Juillet 2007.**
- **N. Noury, G. Virone, P. Barralon, V. Rialle et J. Demongeot** Maisons intelligentes pour personnes âgées : technologies de l'information intégrées au service des soins à domicile Laboratoire TIMC-IMAG-CNRS 5525 2004 Faculté de Médecine de Grenoble F-38706 La Tronche, France
- **Prince, V.** (1996). Vers une informatique cognitive dans les organisations. Paris, Masson
- **Pigot, H. et al.** « The role of intelligent habitats in upholding elders in residence », 5th international conference on Simulations in Biomedicine, Slovenia, April 2003
- Loke, S. (2006). Context-aware pervasive systems : architectures for a new breed of applications. Auerbach Pub. Hassanalieragh, M., Page, A. Soyata, T., Sharma,G., Aktas, M., Mateos, G. , Kantarci, B. , Andreescu, S. (2015)Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing with Cloud-based Processing: Opportunities and Challenges. IEEE International Conference on Service Computing. , 2015)
- **Alwan, M., Dalal, S., Mack, D., Kell, S., Turner, B., Leachtenauer, J., & Felder, R.** (2006).

- Impact of monitoring technology in assisted living : outcome pilot. Information Technology in Biomedicine
- **Satyanarayanan, M.** Pervasive computing : vision and challenges, in : IEEE Personal Communication, **2001**.
- **Sharma, H., & Sharma, S.** A review of sensor networks : Technologies and applications. Recent Advances in Engineering and Computational Sciences 2014
- **Kamal BEYDOUN**, " Conception d'un protocole de routage hiérarchique pour les réseaux de capteurs", PHD Dissertation, **2009**,
- **Hasna BOUDRA** UN PROTOTYPE DE SYSTÈME DE TÉLÉSURVEILLANCE MÉDICALE BASÉ SUR LES CAPTEURS ET LES RÉSEAUX DE CAPTEURS SANS FIL UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL **Février 2014**.
- **Pierre Simon Nephrologue**, juriste de la sante, ancien president de la Societe francaise de télémédecine Article Pratiques de télémédecine et politique actuelle adsp n° 101 décembre 2017
- **Jean-Marc Mercantini*** — **Nicole Tourigny**** — **Eugène Chouraqui *** Élaboration d'ontologies à partir de corpus en utilisant la méthode d'ingénierie des connaissances Faculté des sciences et de génie Université Laval, Québec **2007**.
- **Mohammed Reda CHBIHI** Présentation de l'outil "Protégé" University of Hassan II of Casablanca · Department of Computer Science **MAI 2020**
- **Alexander Kubias¹, Simon Schenk, Steffen Staab, and Jeff Z.** OWL SAIQL — An OWL DL Query Language for Ontology Extraction Pan University of Koblenz-Landau, 56070 Koblenz, Germany.
- **Haraid Sack, FIZ Karlsruher** - How to Query RDFS SPARQL Leibniz Institute for Information Infrastructure **Mars 2019**.