



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en informatique
Option : CPI

Thème

Modélisation ontologique pour
un système d'information
organisationnel

Encadré par : M^r M. SI MOHAMMED

Réalisé par : Mr AIT MENGUELLET Faraxen

Promotion 2014 -2015

Remerciements

Mes sincères remerciements s'adressent à mon promoteur, Malik SI MOHAMMED professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Ma plus vive reconnaissance s'adresse aussi à sa disponibilité, ses remarques, ses orientations, ses conseils qui m'ont accompagné durant tout mon travail.

Je tiens également à remercier les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'évaluer mon travail.

Enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail,

A ce printemps qui ne finit pas dans mon cœur, ceux que j'aimerai pour l'éternité à l'exemple de résignation, d'amour et d'affection, en qui j'ai trouvé un soutien immense et constant dans mes études et ma vie MES CHERS PARENTS.

A mes chers frères,

A ma chère sœur,

A ma chère tante Lynda et toute sa famille,

A la mémoire de mes défunts grands pères paternel et maternel,

A toute la famille AIT Menguellet,

A tous mes ami(e)s en particulier la famille du « labo8 ».

Table des matières

Introduction générale

Chapitre I : Ingénierie Ontologique

Introduction	1
I.1 Contexte historique	1
I.2 Définition et développement	1
I.3 Les Constituants d'une Ontologie	2
I.4 La Typologie de L'ontologie	5
I.4.1 La typologie selon l'objet de conceptualisation	5
a) Les ontologies de représentation des connaissances	5
b) Les ontologies de haut niveau (supérieures).....	5
c) Les ontologies génériques	6
d) Les Ontologies de domaine	6
e) Les Ontologies de tâches	6
f) Les Ontologies d'application	7
I.4.2 La typologie selon le niveau de formalisme de représentation	7
I.4.3 La typologie selon le niveau de détail	7
I.5 Méthodologie de construction d'une Ontologie	8
I.5.1 La Méthode ENTERPRISE	8
I.5.2 La Méthode METHONTOLOGY	10
I.5.3 La Méthode TOVE	11
I.6 Outils Et Langages de développement d'ontologie	11
I.6.1 Les langages de représentation d'ontologies	12
a) XML (Extensible Markup Language)	12
b) RDF (<i>Ressource Description Framework</i>)	12
c) RDFS (RDF Schéma)	12
d) OWL	13

e) DAML-OIL	13
I.6.2 Les outils d'édition	13
a) Ontolingua	13
b) WebOnto	14
c) OntoEdit	14
d) Protégé	15
I.7 Domaines d'application d'ontologies	15
I.7.1 Les ontologies et la représentation des connaissances	15
I.7.2 Les ontologies et le Web Sémantique	16
I.7.3 Les Ontologies et les Systèmes D'information	16
Conclusion	17

Chapitre II : Modélisation des systèmes d'information

Introduction	18
II.1 Les notions de base	18
II.1.1 Donnée.....	18
II.1.2 Information	18
II.1.3 Système	19
II.1.4 Document	19
II.2 Le Système d'information	19
II.2.1 Définitions	19
II.2.2 Composants d'un système d'information	20
II.2.3 Les différentes formes de l'information	21
II.2.4 Les points de vue d'un système d'information	22
II.2.5 Système d'information et système informatique.....	24
II.2.6 Fonctions des systèmes d'information	25
II.2.7 Typologie des systèmes d'information	26
II.2.8 Architecture des systèmes d'information	27

II.2.9 Qualités d'un système d'information	28
II.3 Le Système d'information Organisationnel	29
II.3.1 Définition	29
II.3.2 Les caractéristiques et propriétés des systèmes d'information.....	30
organisationnels	
II.3.2.1 Autonomie.....	30
II.3.2.2 Hétérogénéité.....	31
II.3.2.3 La distribution.....	31
II.3.2.4 La transparence.....	32
II.3.2.5 L'évolutivité.....	32
II.3.3 Les principes de base d'un système d'information organisationnel.....	32
II.4 Modélisation du système d'information.....	33
II.4.1 Définition de la modélisation	33
II.4.2 Objectifs de la modélisation	33
Conclusion	34

Chapitre III : Conception de l'ontologie

Introduction	35
III.1 Démonstration de la modélisation	35
III.2 Présentation de l'ontologie	36
III.3 Définition des composants de l'ontologie	37
III.4 Etude de l'ontologie.....	38
III.5 Construction de glossaire de termes	42
III.6 Instanciation de notre ontologie.....	44
III.7 Construction du Tableau des relations binaires	47
III.8 Construction de la ABox et TBox.....	48
Conclusion	50

Chapitre IV : Implémentation et Réalisation

Introduction	51
IV.1 Etude de Protégé	51
IV.2 Les moteurs d'inférences	52
IV.2.1 Racer	52
IV.2.2 Pellet	53
IV.3 Les langages d'interrogation	53
a) nRQL (new Racerpro Query Language)	54
b) RDQL (RDF Data Query Language).....	54
c) SPARQL	54
IV.4 Les Logiques de description	55
IV.5. Implémentation de l'ontologie	55
IV.6. Visualisation de l'ontologie	60
IV.7. Test de la consistance de l'ontologie.....	65
IV.8. Interrogation de l'ontologie.....	66
Conclusion	69

Conclusion générale

IV.2.2 Pellet	49
IV.3 Les langages d'interrogation	50
a) nRQL (new Racepro Query Language)	50
b) RDQL (RDF Data Query Language).....	51
c) SPARQL	51
IV.4 Les Logiques de description	52
IV.5. Implémentation de l'ontologie	52
IV.6. Visualisation de l'ontologie	57
IV.7. Test de la consistance de l'ontologie.....	62
IV.8. Interrogation de l'ontologie.....	63
Conclusion	66

Conclusion générale

Liste des figures

Chapitre II

Fig.2.1 Vue systémique d'un système d'information	23
Fig.2.2 Fonctions d'un système d'information	25

Chapitre III

Fig.3.1 Ontologies de concepts pour la description d'un processus [G.Sini, 13].....	37
Fig.3.2 Glossaire de terme de l'ontologie proposée	39
Tableau.3.3 Table des relations binaires de l'ontologie proposée	40
Fig.3.4 Diagramme des relations binaires proposé	40
Fig.3.5 Taxonomie de concepts proposée	41
Tableau.3.6 Glossaire de termes	44
Tableau.3.7 Instanciation de l'ontologie proposée	47
Tableau.3.8 Tableau des relations binaires	48

Chapitre IV

Fig.4.1 Concepts héritant de la classe thing	56
Fig.4.2 Hiérarchie de concept Donnée.....	57
Fig.4.3 Hiérarchie de concept Processus	57
Fig.4.4 Hiérarchie de concept Rôle	58
Fig.4.5 Hiérarchie de concept Tâche	58
Fig.4.6 Relations binaires entre les concepts	59
Fig.4.7 Définition des restrictions sur les relations	60

Fig.4.8 Visualisation d'un extrait de l'ontologie avec OntoGraf	61
Fig .4.9 Visualisation de la partie donnée de l'ontologie avec OWLViz.....	62
Fig .4.10 Visualisation de la partie rôle de l'ontologie avec OWLViz	63
Fig .4.11 Visualisation de l'ontologie complète avec OWLViz.....	64
Fig .4.12 Lancement du raisonneur Pellet	65
Fig .4.13 Résultat du test de consistance effectué avec le raisonneur Pellet	66
Fig .4.14 Exécution de la Requête1 SPARQL sur protégé	67
Fig .4.15 Exécution de la Requête2 SPARQL sur protégé	68
Fig .4.16 Exécution de la Requête2 SPARQL sur protégé	69

Introduction générale

Introduction Générale

Nos systèmes d'information sont de plus en plus complexes, cette complexité pose des défis scientifiques qu'il nous faudra relever afin de concevoir l'expansion de notre technologie, donc la possibilité de développer des systèmes qui s'adaptent au contexte, qui détectent leurs fautes et même les corrigent, apparaît comme un facteur essentiel pour la croissance technologique. Rendre les conceptualisations du monde sur lesquelles se basent les architectures logicielles, les structures de données, c'est aussi participer à cette évolution des applications et de leur programmation.

D'autre part, Les applications web s'infiltrant dans tous nos systèmes d'information, le web est définitivement passé du statut de base documentaire à celui d'une machine virtuelle universelle combinant des ressources de tous horizons. On peut imaginer un nouveau paradigme de programmation, où les structures de données seraient des représentations basées sur des ontologies partagées, et où les applications seraient obtenues par composition de services (logiciels personnels, services en ligne).

L'introduction d'une ontologie dans un système d'information vise à réduire, voire éliminer, la confusion conceptuelle et terminologique et à tendre vers une compréhension partagée pour améliorer la communication, le partage, l'interopérabilité et le degré de réutilisation possible. Une ontologie informatique offre un cadre unificateur et fournit des « primitives », des éléments de base pour améliorer la communication entre les personnes, entre les personnes et les systèmes, et entre les systèmes.

Nous proposons alors d'utiliser les ontologies comme solution au problème concernant la modélisation des systèmes d'informations organisationnels en utilisant un méta-modèle proposé par [G.Sini, 13]. Notre travail consiste alors à implémenter notre ontologie en utilisant des concepts tels que (Processus, tâche, rôle, donnée). Après avoir pris connaissance de certains documents relatifs (internet, livres, thèses...etc.), notre choix s'est penché sur le processus de navigation aérienne au niveau de l'aéroport internationale d'Alger.

Problématique :

La Modélisation d'un système d'information engendre une parfaite connaissance du domaine visé, ainsi une étude approfondie des exigences croissantes et des besoins d'utilisateurs. Cette tâche s'avère très compliquée en raison de la complexité des systèmes d'informations actuels qui pourra causer divers conflits, pour éviter cela nous proposons comme solution l'intégration d'ontologies comme un moyen d'assistance aux concepteurs pour la modélisation d'un domaine spécifique.

Désormais, les connaissances collectées par les concepteurs demeurent dans la plupart des cas incomplètes, insuffisantes voire incohérentes (négligence, données dupliquées, manque de collaboration). Ceci est véritable durant la synthèse d'un système d'information organisationnel, la difficulté consiste alors de comprendre le processus à mettre en œuvre, qui est une étude collective déduite par un groupe ou bien une multitude d'expertises individuelles au sein de cette organisation.

La mise en œuvre des connaissances au sein d'un système d'information organisationnel demeure très compliquée car il s'agit bien de l'organisation de l'information, donc nous avons jugé que la construction d'une ontologie de domaine facilite la modélisation d'un processus au sein d'une organisation en considérant comme domaine cette dernière.

Ceci pourra soulever des problèmes qui pourront attirer notre attention :

- Quelles sont les connaissances les plus pertinentes d'un domaine spécifique et comment peut-on les trouver ?
- Comment faut-il organiser des informations collectées de façon à obtenir le système le plus efficace et le plus informatif ?

L'objectif de notre travail consiste à implémenter une ontologie dans le domaine de la navigation aérienne en utilisant un méta-modèle proposé par [G.Sini, 13] qui englobe des concepts qui peuvent être des intervenants que nous allons modéliser par *Rôle*, des traitements, exécutés par ces rôles, que nous allons modéliser en utilisant la classe *Tâche* ; Ces dernières afin de s'exécuter, manipulent parfois des données que nous allons modéliser par la classe *Donnée*, l'ensemble de ces concepts participent afin de modéliser n'importe quel système d'information organisationnel d'une manière exhaustive.

Pour ce faire, nous avons réparti notre travail comme suit :

Chapitre I : Qui s'intitule Ingénierie Ontologique, nous avons défini la notion d'ontologie ainsi que les composants de cette dernière, et nous avons examiné les différents types d'ontologies et les méthodes de construction, nous avons aussi consacré une partie dans ce chapitre sur les outils et langages d'ontologies et enfin quelques domaines dont les ontologies interviennent.

Chapitre II : Qui s'intitule Modélisation des systèmes d'information, nous avons mentionné les notions de base d'un système d'information et les constituants de ce dernier, les différentes formes d'informations, les divers points de vue d'un système d'information et les fonctions de ce dernier, nous avons également défini la modélisation des systèmes d'information et les objectifs de cette dernière.

Chapitre III : Qui s'intitule Conception de notre ontologie, nous avons étudié de près une ontologie de concepts pour la description d'un processus effectuant la spécification des besoins : quels problèmes peut-on résoudre avec une ontologie ? La conceptualisation qui comporte les différentes étapes telles-que : construction de glossaire de termes, la tables des relations binaires et enfin le dictionnaire de concepts, nous avons ensuite appliqué ces étapes sur notre cas réel qui est le processus de navigation aérienne en définissant quelques termes relatifs au domaine.

Chapitre IV : Ce dernier s'intitule Implémentation et réalisation, nous avons détaillé encore plus sur le logiciel utilisé (Protégé 4.3), les moteurs d'inférences souvent utilisés Racer et Pellet et les langages d'interrogation utilisés par ces derniers comme SPARQL et nRDQL, nous avons mentionné également les deux langages assertionnel et terminologique, et enfin nous présenterons notre ontologie implémentée sous l'éditeur protégé qui sera interrogée par des requêtes afin de tester la consistance de cette dernière.

Chapitre I
Ingénierie ontologique

Introduction

Durant ces dernières années, l'utilisation des ontologies a prouvé son utilité dans divers domaines à savoir : l'ingénierie des connaissances, l'intelligence artificielle, le commerce électronique et la recherche d'information, l'ontologie constitue un moyen efficace pour la communication et la gestion des connaissances d'un domaine spécifique.

Actuellement, les ontologies constituent un enjeu stratégique dans la représentation et la modélisation des connaissances. Elles reflètent la sémantique d'un domaine ciblé. En partant de ce principe, on peut considérer que l'ontologie peut permettre de combler les insuffisances sémantiques.

Dans ce chapitre qui s'intitule ingénierie ontologique, nous allons définir le concept d'ontologie en fonction du contexte dans lequel il est utilisé, ainsi que les différents constituants de l'ontologie. Nous présenterons également les types d'ontologies et la méthodologie de construction d'ontologies. Nous résumons éventuellement les principaux langages et outils de développement. Enfin, nous évoquons leurs domaines d'applications.

I.1 Contexte historique

Le terme «ontologie» vient du domaine de la philosophie au XIX^{ème} siècle, qui s'intéresse à l'étude de l'être ou de l'existence. En philosophie, l'ontologie est une branche de la métaphysique qui s'intéresse à la notion d'existence, son premier sens a trouvé son origine depuis *ARISTOTE*, où l'ontologie est l'étude des propriétés générales de ce qui existe.

Par analogie, le terme est repris en informatique et sciences de l'information dans les années 80, où l'ontologie est un terme technique désignant un artefact [Tom Gruber, 09] qui est conçu pour un but, qui est de permettre la modélisation des connaissances sur un domaine quelconque, réel ou imaginaire.

Les ontologies sont employées dans l'intelligence artificielle, le Web sémantique, le génie logiciel, l'informatique biomédicale ou encore l'architecture de l'information comme une forme de représentation de la connaissance au sujet d'un monde ou d'une certaine partie de ce monde.

I.2 Définition et développement

Rappelons-nous que Le terme « ontologie » est un terme grec composé des mots «ontos» et «logos» qui veulent dire respectivement l'essence de l'être. Ce terme,

hérité d'une tradition philosophique qui s'intéresse à la science de l'Être, est apparu dans le domaine informatique grâce notamment au projet ARPA (*Advanced Research Project Agency*).

La première définition pour les ontologies dans le domaine de l'intelligence artificielle est donc donnée par Gruber : « une ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation. Le terme est emprunté de la philosophie, où l'ontologie est un ensemble de choses existantes. Pour les systèmes d'IA, ce qui existe est ce qui peut être représenté. » [Thomas R. Gruber, 93]

La conceptualisation permet d'identifier par un processus d'abstraction les concepts essentiels référencés par les termes du domaine, elle est représentée dans un langage sur lequel l'ontologie prendra la forme d'une théorie logique (ensemble de formules logiques) ou d'un réseau sémantique cette dernière oriente alors les ontologies sur l'aspect sémantique, par contre la spécification explicite oriente les ontologies sur l'aspect syntaxique, elle signifie que les concepts ainsi que les contraintes qui s'y rapportent sont explicitement définis.

En résumé, une ontologie est un vocabulaire utilisé pour décrire de façon explicite et consensuelle une certaine réalité.

I.3 Les Constituants d'une Ontologie

Les ontologies définissent la signification des termes et des relations entre eux. Dans les ontologies la connaissance est formalisée par les cinq types de composants comme suit:

➤ **Les Concepts :** Un Concept appelé aussi terme ou classe de l'ontologie représente un ensemble d'objets, abstraits ou concrets, que l'on souhaite modéliser pour un domaine spécifique. Un concept peut représenter une notion, un objet matériel ou bien une idée [Uschold & al ,95], interprétés en fonction des objectifs qu'on se fixe et de l'application envisagée pour l'ontologie. Selon [Gomez-Perez, 99], les concepts peuvent être classifiés selon plusieurs dimensions :

- Niveau d'abstraction: concret ou abstrait,
- Atomicité: élémentaire ou composé,
- Niveau de réalité: réel ou fictif,

Un concept peut aussi être divisé en trois parties:

- **Un Terme:** ce dernier permet de désigner un concept ou bien 'label de concept'. Exemple : Avion.

- **Une Intension:** ou notion est un ensemble de propriétés qualitatives ou fonctionnelles communes aux individus auxquels le concept s'applique, et permettant de définir le concept.

Exemple : Moyen de transport conçu et aménagé pour le transport d'un grand nombre de personnes ou de marchandise.

- **Une Extension:** ou ensemble d'objets qui regroupe les objets manipulés à travers le concept, autrement dit instance du concept.

Exemple : La liste de tous les avions du monde.

Par ailleurs, un terme peut ne pas avoir une extension comme par exemple le concept « **Vérité** » qui a le sens de « **Ce Qui Est Vrai** », il s'agit alors d'un concept générique qui correspond à une notion abstraite. [G.Falquet ,01]

Souligne qu'on peut trouver des concepts partageant la même extension mais pas leur intention et portent le même terme, ceci correspond à des points de vue différents sur un même concept.

Un Concept peut être caractérisé selon les propriétés qui lui sont associées, comme suit :

- **La généralité :** un concept est dit générique s'il n'admet pas d'extension, par exemple : La vérité est un concept générique.
- **L'identité :** un concept porte une propriété d'identité si cette dernière peut différencier deux instances de ce concept, par exemple : le concept « étudiant » porte une propriété d'identité liée au « numéro de l'étudiant », deux étudiants ne peuvent pas avoir le même numéro.
- **La rigidité :** un concept est dit rigide si toute extension de ce concept reste une extension de toutes les connaissances possibles, par exemple : « Humain » concept rigide.
« Etudiant » concept non rigide.
- **L'anti-rigidité :** un concept est dit anti-rigide s'il peut être une instance pour d'autres concepts, par exemple : « Chercheur » est un concept anti-rigide car « Chercheur » est avant tout « Humain ».

- **L'Unité** : un concept est dit concept unité, si pour chacune des ses instances, les différentes parties de l'instance sont liés par une relation qui ne lie pas d'autres instances de concepts, par exemple : les deux parties d'un couteau sont reliés par une relation « Liée », « poignée » est liée à une « lame ».

Deux concepts portent les propriétés suivantes :

- **L'équivalence** : Deux concepts sont équivalents s'ils ont la même extension.
- **La disjonction** : Deux concepts sont disjoints si leurs extensions sont disjointes, exemple : « Lumière », « Obscurité ».
- **La dépendance** : Un concept C1 est dépendant d'un concept C2 si pour toute instance de C1 il existe une instance C2 qui ne soit ni partie ni constituant de l'instance C2, par exemple : « Père » est un concept dépendant de « Fils » et vice-versa.

➤ **Les Relations** : Les relations traduisent les interactions existant entre les concepts présents dans le domaine d'analyse. Elles sont formellement définies comme tout sous ensemble d'un produit cartésien de n ensembles, c'est à dire

$R : C1 \times C2 \times \dots \times Cn$.

Les concepts peuvent être reliés entre eux par des relations au sein d'une ontologie. Par exemple : la relation « Écrit » lie une instance de concept « Personne » et une instance du concept « Article », dans cet ordre. Ces relations incluent les associations suivantes :

- Sous-classe-de/Is-a: Spécialisation, généralisation,
- Partie-de: agrégation ou composition,
- Associé-a, instance-de,

Ces relations nous permettent de capturer la structuration ainsi que l'interaction entre les concepts, ce qui permet de représenter une grande partie de la sémantique via l'ontologie.

- **Les Fonctions**: Les fonctions sont des cas particuliers de relations dans lesquelles le Nième élément de la relation est défini de manière unique à partir des N-1 éléments précédents. Formellement, les fonctions sont définies ainsi :
- $F : C1 \times C2 \dots \times Cn-1 \rightarrow Cn$.

➤ **Les Axiomes:** Permettent de modéliser des assertions toujours vraies, à propos des abstractions du domaine traduites par l'ontologie. Ils permettent de combiner des concepts, des relations et des fonctions pour définir des règles d'inférences et qui peuvent intervenir, par exemple, dans la déduction, la définition des concepts et des relations, ou alors pour restreindre les valeurs des propriétés ou les arguments d'une relation.

➤ **Les Instances:** Les instances ou individus constituent la définition extensionnelle de l'ontologie. Ils représentent des éléments singuliers véhiculant les connaissances à propos du domaine du problème.

I.4 La Typologie de L'ontologie

Les ontologies peuvent être classifiées selon plusieurs dimensions à savoir: objet de conceptualisation, niveau de formalisme de représentation, niveau de détail, et niveau de complétude. [Psyché, Mendes & Bourdeau, 04]

I.4.1 La typologie selon l'objet de conceptualisation

Ceci est lié au type de la structure de la conceptualisation, autrement dit selon le domaine étudié ainsi que le type d'objets à modéliser, nous distinguons six types d'ontologies comme-suit:

a) Les ontologies de représentation des connaissances

Ce type d'ontologies regroupe les concepts impliqués dans la formalisation des connaissances. On peut par exemple citer l'exemple de l'ontologie de frames [Gomez-Perez, 99b], qui définit les primitives de représentation des langages à base de frames: Classes, Instances, facettes, Propriétés, relations.

b) Les ontologies de haut niveau (supérieures)

Ce type d'ontologies vise à étudier les catégories des choses qui existent dans le monde, comme les concepts de haut niveau d'abstraction tels que les entités, les événements, les processus, les actions, le temps, les relations et les propriétés.

L'ontologie de haut niveau est fondée sur la théorie de l'identité et la théorie de la dépendance. Des recherches ont été poursuivies sur la théorie de l'ontologie, ces

dernières ont affirmé que les fondements philosophiques étaient des principes à suivre afin de concevoir l'ontologie de haut niveau. [Guarino97].

c) Les ontologies génériques

Selon [Gomez & Perez, 99] Ce type d'ontologies aussi appelée méta-ontologies, véhiculent des connaissances génériques moins abstraites que celles véhiculées par l'ontologie de haut niveau, ces dernières peuvent être réutilisées à travers différents domaines. Elle peut adresser des connaissances réelles ou encore des connaissances visant à résoudre des problèmes génériques à travers différents domaines.

[Borst, 97] a cité deux exemples d'ontologies comme suit :

- **l'ontologie méréologique** qui est une branche de l'ontologie formelle et qui est une application de la logique des prédicats qui traite des relations entre la partie et le tout comme par exemple :

Le Toit d'une maison,
Les organes du corps,
Les cellules de l'organisme,

- **l'ontologie topologique** tout comme la théorie de méréologie, l'ontologie topologique contient des relations, associé-à.

d) Les Ontologies de domaine

Ce type d'ontologies exprime la conceptualisation spécifique à un domaine de connaissances; elles fournissent le vocabulaire des concepts de ce domaine et les relations entre ces derniers, les activités de ce domaine ainsi que les théories et les principes de base de ce domaine.

Les ontologies de domaine constituent donc des méta-descriptions d'une représentation de connaissances de domaine.

La plupart des ontologies existantes sont des ontologies du domaine. Elle caractérise la connaissance du domaine où la tâche est réalisée.

Un domaine serait par exemple : la médecine, l'aviation.

e) Les Ontologies de tâches

Ce type d'ontologies est utilisé pour conceptualiser des tâches spécifiques dans les systèmes, telles que les tâches de diagnostic, de planification, de conception, de

configuration, de tutorat, soit tout ce qui concerne la résolution de problèmes. Elle régit un ensemble de vocabulaires et de concepts qui décrit une structure de résolution des problèmes inhérente aux tâches et indépendante du domaine.

f) Les Ontologies d'application

Ce sont les ontologies les plus spécifiques. Elles permettent de décrire des concepts dépendants à la fois d'un domaine et d'une tâche. Dans cette classification, la notion d'ontologie d'application définit le contexte d'une application qui décrit la sémantique des informations et des services manipulés par une ou un ensemble d'applications sur un même domaine.

I.4.2 La typologie selon le niveau de formalisme de représentation

Ceci est lié au niveau du formalisme de représentation du langage utilisé pour rendre l'ontologie opérationnelle [M.uschold & M.gruninger, 96b], nous pouvons citer quatre catégories qui sont:

- **Ontologies Informelles** : ontologies opérationnelles dans un langage naturel sans aucune restriction (sémantique ouverte), cela aide à rendre l'ontologie plus compréhensible pour l'utilisateur.
- **Ontologies Semi-informelles** : utilisation d'un langage naturel structuré, cela permet d'augmenter la clarté de l'ontologie tout en réduisant l'ambiguïté.
- **Ontologies Semi-formelles** : utilisation d'un langage artificiel défini formellement en utilisant des classes, des relations, des fonctions, objets et des axiomes pour décrire une ontologie.
- **Ontologies Formelles** : utilisation d'un langage artificiel contenant une sémantique formelle, ainsi que des théorèmes et des preuves des propriétés telles la robustesse et l'exhaustivité. [Gomez-Perez, 99]

I.4.3 La typologie selon le niveau de détail

Par rapport au niveau de détail utilisé lors de la conceptualisation de l'ontologie en fonction de l'objectif opérationnel envisagé pour l'ontologie, deux catégories au moins peuvent être identifiées:

- **Granularité fine** : correspondant à des ontologies très détaillées, possédant ainsi un vocabulaire plus riche capable d'assurer une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine ou d'une tâche. Ce niveau de granularité est très utile afin d'établir un accord entre les agents qui utiliseront cette ontologie.
- **Granularité large** : correspondant à un vocabulaire moins détaillé, par exemple l'ontologie de haut niveau possède une granularité large ; les concepts qu'elle traduit sont normalement détaillés dans d'autres ontologies de domaine ou d'application.

I.5 Méthodologie de construction d'une Ontologie

Il existe une multitude de méthodes d'ingénierie ontologique mais aucune d'elles n'est proposée comme une méthode normalisée ou bien méthodologie générale de construction d'ontologie c'est pour cela que certains auteurs ont proposé des méthodologies inspirées de leur expérience de construction d'ontologies. On entend par méthodologie un ensemble d'étapes, des procédures de travail, un cycle de développement qui pourra être adopté lors de la construction d'ontologies.

Jusqu'en 1996, les premières ontologies ont été développées de façon complètement artisanale, sans suivre de méthode prédéfinie ; Parmi ces premiers projets nous citons :

Enterprise Ontology, *TOVE*. Elles sont issues des listes de recommandations constituant des 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). Dans ce qui suit nous allons définir quelques méthodes de construction d'ontologies.

I.5.1 La Méthode ENTERPRISE

Cette Méthode est proposée par [M.uschold & M.king, 95] qui s'inspirent sur le développement des SBc (*Systèmes à Base de Connaissances*) et qui est basée sur l'expérience du développement de l'ontologie *Enterprise Ontology*, repose sur les différentes étapes :

Etape1 : Identification du but de l'ontologie

Cette étape consiste à déterminer les objectifs et la raison pour laquelle l'ontologie sera construite ainsi que son fonctionnement et aussi les utilisateurs potentiels de l'ontologie.

Etape2 : Construction de l'ontologie

Cette étape contient trois tâches :

➤ **Capture de l'ontologie** : Consiste à identifier des concepts et relations clés, cela se fait selon l'analyse des textes (documents, notes, comptes rendus, etc.).

Désormais, cette analyse est insuffisante afin de spécifier la sémantique de ce domaine, certaines notions doivent d'abord être lues par un expert ou un spécialiste du domaine. La sémantique doit alors être validée par les experts du domaine.

- **Approche descendante**, à partir d'un nombre réduits de concepts qu'on veut spécialiser.
- **Approche ascendante**, consiste à considérer les termes spécifiques et de trouver des termes génériques associés.
- **Approche intermédiaire**, dans laquelle les concepts se structurent autour des concepts importants du domaine ni trop généraux, ni trop spécifiques.

➤ **Codage de l'ontologie** : Consiste à représenter explicitement la conceptualisation dans un langage formel comme *Prolog*, cela se repose sur les termes de base qui seront utilisés pour spécifier l'ontologie.

➤ **Intégration des ontologies d'autres domaines** : Consiste à intégrer éventuellement des ontologies existantes afin de compléter celle en cours de création.

Etape3 : Evaluation

Cette étape consiste à confronter l'ontologie aux objectifs, logiciels et utilisateurs pour lesquelles elle a été élaborée, évaluer l'ontologie en vérifiant la validité de la taxonomie et vérifier si toutes les instances d'une classe sont aussi des instances de la classe mère et qu'il n'y a pas de classe isolée.

Etape4 : Documentation

Cette étape consiste à établir des instructions de documentation d'ontologie qui diffèrent selon le type et le but.

I.5.2 La Méthode METHONTOLOGY

Cette méthode est développée au Laboratoire d'Intelligence Artificielle de l'Université polytechnique de Madrid. Elle vise la construction d'ontologies au "niveau connaissance" [Fernandez-Lopez, 99] et repose sur :

➤ **Spécification**

Cette étape a pour but de fournir une description claire du problème étudié ainsi que la façon de le résoudre. Elle permet de préciser l'objectif, la portée et le degré de granularité de l'ontologie qui sera construite.

➤ **Conceptualisation**

Cette étape consiste à organiser et structurer la connaissance acquise durant la phase spécification en utilisant des langages d'implémentation dans lesquelles l'ontologie va être formalisée. Les représentations intermédiaires utilisées sont : les taxonomies de concepts, les diagrammes des relations binaires, le glossaire des termes, le dictionnaire des concepts, le tableau des relations binaires, spécifier des contraintes sur les attributs dans une table d'attributs, spécifier des axiomes sur les concepts dans une table d'axiomes logiques, décrire les instances des concepts dans une table d'instances.

➤ **Formalisation**

Cette étape consiste à choisir ou à construire un langage formel capable d'intégrer toutes les propriétés de l'ontologie l'intérêt de l'utilisation d'un langage formel et de permettre de réduire les ambiguïtés du langage naturel en offrant une plus grande expressivité et d'autre part rendre l'ontologie compréhensible par les machines.

➤ **Implémentation**

Cette étape consiste à la codification de l'ontologie formelle dans un langage opérationnel du Web Sémantique.

➤ **Maintenance**

Cela peut s'agir d'une maintenance évolutive de l'ontologie (nouveaux besoins de l'utilisateur), ce qui permet la validation de celle-ci. Cette activité est généralement faite par le constructeur et des experts du domaine. La validation se base sur l'exploitation des services d'inférences associés à la logique de Description, et qui sont offerts par des raisonneurs.

I.5.3 La Méthode TOVE

Cette méthode est basée sur l'expérience du développement de l'ontologie du projet TOVE (*Toronto Virtual Enterprise*). Elle aboutit à la construction d'un modèle logique de connaissance. [M.gruninger & M.fox] l'ontologie est développée selon les étapes suivantes :

➤ **Identification des scénarios**

Cette étape consiste à identifier les applications possibles dans laquelle l'ontologie sera employée.

➤ **Formulation de questions informelles**

Cette étape consiste à formuler un ensemble de questions basées sur des scénarios exprimées en langage naturel, afin de déterminer la portée de l'ontologie. Ces questions et réponses sont utiles afin d'extraire les concepts principaux, leurs propriétés et les relations qui existe entre ces concepts.

➤ **Spécification Formelle**

Cette étape consiste à représenter des axiomes et des définitions pour les termes de la terminologie, en utilisant le formalisme de la logique du premier ordre. Les concepts seront représentés sous forme de constantes ou bien de variables. D'autre part, les propriétés et les relations seront représentées par des prédicats.

➤ **Evaluation de la complétude de l'ontologie**

Cette étape consiste à effectuer deux taches telles que la vérification et la validation, en assurant la conformité et la fidélité sémantique de l'ontologie au domaine de connaissances.

I.6 Outils Et Langages de développement d'ontologie

L'utilisation des ontologies en ingénierie des connaissances a connu différents langages et outils qui utilisent des formalismes variés et offrent différentes fonctionnalités, tous ces outils offrent des supports pour le processus de création de l'ontologie. Dans ce qui suit nous allons définir essentiellement les langages de représentation d'ontologies et les outils de développement d'ontologies.

I.6.1 Les langages de représentation d'ontologies

Pour le développement d'ontologies, il est nécessaire de choisir un langage ou un ensemble de langages dans lesquelles cette dernière est exprimée et utilisée, pour cela nous allons présenter les différents types de langages tel-que *XML* ; *RDF/RDFs* ; *OWL* et enfin *DAML-OIL*.

a) XML (*Extensible Markup Language*) [01]

XML est un langage de description de documents utilisé pour décrire la structure des documents qui dérive de SGML (Standard Generalized Markup Language) et HTML (Hyper Text Markup Language). Il s'agit alors d'un langage formé de balises qui permet de structurer les documents ou bien qui décrit comment les balises sont utilisées pour diviser les documents de données structurées en différentes parties et la manière d'identifier ces parties. Il est utilisé dans la plupart des projets publication sur le web et dans les bases de données. Ce dernier est beaucoup plus utilisé pour stocker des documents que pour échanger des données.

b) RDF (*Ressource Description Framework*) [02]

Développé par le W3C, RDF est le langage de base de web sémantique dont chaque ressource est pourvue d'un identifiant URI (*Uniform ressource identifier*). Tout document RDF est composé d'un ensemble de triplets {sujet, prédicat, objet}. Un ensemble de tels triplets est appelé un graphe RDF. Ceci peut être illustré par un diagramme composé de nœuds et d'arcs orientés, dans lequel chaque triplet est représenté par un lien nœud-arc-nœud (d'où le terme de "graphe"), ou :

- **Sujet** : Représente la ressource décrite, pointée par une URI
- **Prédicat** : Représente la relation utilisée pour décrire une ressource
- **Objet** : Représente la valeur d'une propriété associée à une ressource spécifique.

c) RDFS (*RDF Schéma*) [03]

RDFS décrit les ressources avec des classes, les propriétés et les valeurs, autrement dit c'est un langage extensible de représentation des connaissances et qui permet aussi de définir le vocabulaire pour décrire des classes et des propriétés hiérarchisées en taxinomies.

d) OWL [04]

Le langage d'ontologie Web OWL est conçu pour être utilisé par les applications qui ont besoin de traiter le contenu de l'information au lieu de simplement présenter des informations pour les humains. OWL est une extension de RDF et RDFS qui fournit un vocabulaire supplémentaire avec une sémantique formelle. OWL a trois sous-langages plus expressifs: OWL Lite, OWL DL et OWL Full.

- **OWL Lite** : Moins Complexe, destiné aux utilisateurs qui ont besoin d'une hiérarchie de concepts simple.
- **OWL DL** : Complexe, permet une expressivité plus importante et garantit la complétude des raisonnements.
- **OWL FULL** : Plus complexe, permet le plus haut niveau d'expressivité.

e) DAML-OIL [05]

DAML + OIL est un langage de balisage sémantique pour les ressources web. Il s'appuie sur les standards du W3C antérieurs, tels que RDF et RDF schéma, et s'étend ces langues avec riches primitives de modélisation. DAML + OIL fournit des primitives de modélisation couramment trouvés dans les langues basé sur les images. Il a été construit à partir de la langue originale de l'ontologie DAML-ONT dans le but de combiner de nombreux composants linguistiques. Le langage a une sémantique propre et bien défini.

I.6.2 Les outils d'édition

Il existe plusieurs éditeurs d'ontologies qui utilisent des formalismes variés et offrent différentes fonctionnalités. Dans ce qui suit nous allons définir quelques outils : *Ontolingua*, *WebOnto*, *OntoEdit*, *Protégé*.

a) Ontolingua

[Farquhar & Fikes, 96] L'*Ontolingua server* est l'environnement le plus connu pour construire des ontologies dans le langage *ontolingua* en utilisant les classe, les relations, les fonctions, les instance et axiomes. Il s'agit donc d'un ensemble d'outils

et de services qui assistent la conception d'ontologie commune à laquelle collaborent des groupes de travail opérant depuis des endroits différents. Il a été élaboré par le (Knowledge systems laboratory) dans le cadre du programme Knowledge sharing effort de l'Arpa à l'université de Stanford. L'architecture du serveur d'ontologie permet d'accéder à une bibliothèque d'ontologies, à des traducteurs de langages de programmation (prolog, cobra's IDL, Clips, Lomm, Kif) et à un éditeur qui permet de créer et de parcourir des ontologies.

Trois types d'interaction sont possibles, il peut s'agir ainsi de :

- Collaborateurs qui souhaitent écrire et examiner des ontologies à distance.
- Applications éloignées susceptibles de vouloir interroger et modifier des ontologies sur le serveur via l'Internet .
- Applications locales.

Il y a trois différentes possibilités d'intégrer les ontologies Ontolingua :

- **Inclusion** : Une ontologie inclut et utilise les définitions d'autres ontologies;
- **Restriction** : l'ontologie importe les définitions depuis d'autres ontologies et les rend plus spécifiques;
- **Raffinement polymorphe** : on redéfinit une définition importée depuis n'importe quelle ontologie.

b) WebOnto [06]

Web Onto est développé au Knowledge Media Institute à L'Open University. C'est un outil accessible sur Internet et principalement graphique permettant de construire coopérativement des ontologies. Il permet une visualisation graphique et séparée des différents composants d'une ontologie (classes, instances, relation, règles, procédures) adaptée à la construction d'ontologies de grande taille. Et il offre éventuellement des services inférentiels, basés sur le langage OCML permettant de répondre à des requêtes et des vérifications de cohérence.

c) OntoEdit [07]

OntoEdit est un outil qui présente des fonctionnalités essentielles communes aux autres éditeurs (hiérarchie de concepts, expression d'axiomes, export de l'ontologie dans des langages divers) et il s'appuie sur une réflexion méthodologique et significative. indépendant de tout formalisme privilégié afin de faciliter la traduction

d'un langage de représentation à un autre ; Il propose également une gestion originale des questionnaires de compétences. Des questions pour les réponses desquelles l'ontologie doit fournir le matériel conceptuel, on peut extraire les termes appelés à intégrer l'ontologie. Un petit outil fait une comparaison lexicale des termes extraits des différentes questions pour en déduire automatiquement d'éventuelles subsomptions.

d) Protégé [08]

Ce logiciel a été conçu pour le Département d'informatique Médicale de l'Université de Sanford, notamment pour construire des ontologies. Dans le modèle des connaissances de PROTEGE, les ontologies consistent en une hiérarchie de classes qui ont des attributs (slots), qui peuvent eux mêmes avoir certaines propriétés (facets). L'édition des listes de ces trois types d'objets se fait par l'intermédiaire de l'interface graphique, sans avoir besoin d'exprimer ce que l'on a à spécifier dans un langage formel : il suffit juste de remplir les différents formulaires correspondant à ce que l'on veut spécifier. L'interface très bien conçue, et l'architecture logicielle permettant l'insertion de plugins pouvant apporter de nouvelles fonctionnalités ont participé au succès de **PROTÉGÉ-2000**. Aujourd'hui, il regroupe une large communauté d'utilisateurs et bénéficie des toutes dernières avancées en matière de recherche ontologique : compatibilité OWL de référence, services inférentiels, gestion de bases de connaissances, visualisation d'ontologies, alignement et fusion.

I.7 Domaines d'application d'ontologies

I.7.1 Les ontologies et la représentation des connaissances

Dans le contexte de la gestion des connaissances, la représentation des connaissances a pour but de construire des modèles du domaine ou d'expertise qui comportent une description des connaissances du domaine d'application et une description du raisonnement tel que le modèle de résolution de problèmes par exemple. La représentation des connaissances par les ontologies doit alors pouvoir s'appliquer aux connaissances d'un domaine d'application particulier, à la modélisation de l'entreprise ou encore à la modélisation des utilisateurs du système de gestion des connaissances. L'objectif de ces dernières est de diversifier les applications des SBC, et de permettre une représentation des connaissances indépendantes de ses diverses applications, de manière à assurer leur portabilité d'une application à une autre.

I.7.2 Les ontologies et le Web Sémantique [09]

Le Web sémantique est une extension du web actuel dans laquelle l'information se voit associée à un sens bien défini, qui améliore la capacité des logiciels afin de traiter l'information sur le web grâce au web sémantique l'ontologie a trouvé un formalisme standard à l'échelle mondiale et s'intègre dans des applications web. Cela se fait au profit des logiciels qui, à travers les ontologies et les descriptions qu'elles permettent, peuvent proposer de nouvelles fonctionnalités.

A l'heure actuelle l'utilisation des ontologies consiste à ajouter au web une couche de connaissance permettant des recherches d'information au niveau sémantique et non plus au niveau syntaxique/ou lexical.

L'architecture du web sémantique repose sur une hiérarchie des langages d'assertion et de description d'ontologies ainsi que sur un ensemble de services pour l'accès aux ressources au moyen de leurs références sémantiques, afin de gérer l'évolution des ontologies capables d'effectuer des raisonnements complexes et des services pour la vérification de la validité sémantique de ces raisonnements.

I.7.3 Les Ontologies et les Systèmes D'information

La modélisation d'un système d'information (SI) nécessite une parfaite connaissance du domaine concerné et une étude approfondie des exigences et des besoins des utilisateurs. Cette tâche devient très difficile en raison de la complexité des applications actuelles utilisant notamment des nouvelles technologies (E-Learning, E-commerce) et la masse énorme de concepts provenant des sources hétérogènes.

Ces problèmes peuvent engendrer différents types de conflits (syntaxiques, sémantiques et structurels). Comme solution, nous proposons l'utilisation des ontologies comme un moyen d'assistance aux concepteurs durant leur tâche de modélisation pour un domaine donné.

Intégrer une ontologie à un système d'information permet donc de réduire la confusion conceptuelle et terminologique afin d'améliorer la communication et le partage entre les personnes, entre les personnes et le système, et enfin entre les systèmes.

De nos jours, les ontologies se retrouvent dans une large famille des systèmes d'information, notamment dans de nombreux domaines d'applications (recherche d'information, bibliothèques numériques, gestion des ressources humaines, intégration d'information géographique).

Conclusion

Nous avons examiné dans ce chapitre la notion d'ontologie, en essayant d'éclaircir certaines définitions. Nous avons montré aussi les différents types d'ontologies et les méthodologies les plus représentatives de leur construction. Nous avons également étudié les langages d'ontologies et les outils nécessaires aux développements des applications qui traitent les ontologies dans divers domaines d'applications. La construction des ontologies est un processus difficile et fastidieux. Les outils que nous avons présentés dans ce chapitre contribuent à amortir cet effort à travers les facilités et les multiples avantages qui portent les langages de développement d'ontologies dans de nombreux usages.

Chapitre II
Modélisation des
systemes
d'information

Introduction

Le système d'information est aujourd'hui reconnu comme une composante hautement stratégique pour toute organisation (entreprise privée, Organisme publique, etc....) car il apporte des avantages concurrentiels durables comme l'excellence opérationnelle, une meilleure qualité de service et une meilleure prise de décision.

Les organismes et leurs systèmes d'information se transforment et englobent plusieurs technologies comme le web sémantique afin d'indexer et de structurer des données massives, de les visualiser ainsi les interpréter avec l'apport des ontologies. [Reix, 04].

Dans ce qui suit nous allons définir le terme de « système d'information » d'une manière générale, à savoir : les systèmes de production, systèmes de décision, systèmes documentaires.

Il est important de définir l'information traitée, mémorisée et communiquée par le système d'information. Cette dernière est définie sous forme des termes dont les principaux sont les données, les informations, les connaissances, et les documents.

II .1 Les notions de base

II.1.1 Donnée

Une donnée est une représentation codée d'un fait dans le but de communiquer ou de traiter et cette dernière est manipulée par un système informatique.

D'après [S.Bouchy, 94], une donnée est une notion ou bien instruction représentée sous forme conventionnelle conformément à la communication, à l'interprétation ou au traitement par des moyens humains ou automatiques. Une information est la signification que l'homme attache aux données aux moyens de conventions connues utilisées dans sa représentation.

II.1.2 Information

Une information est un renseignement qui apporte une connaissance, cette dernière n'est pas une donnée mais c'est plutôt l'interprétation acquises d'une ou plusieurs données, quant à une donnée désigne l'ensemble des symboles représentatifs d'une information. De nos jours, l'information constitue une ressource stratégique pour l'entreprise, selon [D.Gaye, 00] l'information est considérée comme un processus sur lequel l'entreprise s'informe et informe.

On peut éventuellement juger que l'information est le résultat d'une donnée manipulée.

II.1.3 Système

Un système est un groupe de composantes reliées œuvrant à un objectif commun dans un processus de transformation organisé qui utilise des ressources et les transforme en résultats final.

Un système possède généralement trois fonctions qui sont en interaction :

- **Les entrées** sont les éléments que l'on rassemble afin de les introduire dans le système ou ils subiront un processus de traitement. Exemple: la matière première, l'énergie, des données et un effort humain.
- **Le traitement** est le processus qui permet de convertir les entrées en résultats.
- **Les sorties** sont les éléments résultants du processus de transformation.

II.1.4 Document

Les documents sont définis généralement comme le support physique d'une information, les documents édités sont destinés à une diffusion plus ou moins large. Comme par exemple : Les livres, Les journaux et les périodiques, les documents électroniques, etc....

En informatique, le mot document ou bien document électronique est généralement synonyme de fichier.

II.2 Le Système d'information

II.2.1 Définitions

1) Un Système d'information est un ensemble organisé de ressources : matériel, logiciel, et personnel qui nous permettent d'acquérir, de traiter et de stocker l'information sous forme de (données, image ou bien texte...), en inter et en intra organisationnel. [Reix, 04]

2) Un système d'information est constitué d'activités, de communications, de dialogues, d'entrées et de sorties, de règles d'organisations, qui sont des objets externes. Les données, les traitements sont des objets internes, les uns et les autres étant composant élémentaires qui participent tous à la description du système considéré. [Bouchy, 94]

3) Selon [Castellani, 87] un système d'information est constitué :

- Un ensemble de communications (et des données qu'il communique),

Un système de communication (d'un système d'information) est un système :

- Qui transmet les données entre l'homme et les machines et qui assure éventuellement une mémorisation temporaire de ces données.

II.2.2 Composants d'un système d'information

Un système d'information utilise des ressources humaines (utilisateurs finals et informaticiens), du matériel (machines et supports) et des logiciels (programmes et procédures) afin d'accomplir des tâches de saisie, de traitement et de stockage.

[O 'Bri, 97]

➤ **Ressources Humaines**

Il s'agit des personnes qui manipulent, émettent ou véhiculent l'information utile au système organisationnel, ces derniers se divisent en deux catégories : les utilisateurs finals et les informaticiens.

- *Les utilisateurs* : sont des personnes qui utilisent un SI, il peut s'agir de comptables, de représentants ou bien des clients.
- *Les informaticiens* : sont des personnes qui développent des SI, et qui les exploitent, ces derniers regroupent les analystes (ceux qui conçoivent les SI en fonction des besoins de l'utilisateur), Les programmeurs (ceux qui élaborent des programmes à partir des exigences d'analystes), les opérateurs sur ordinateur (ceux qui exploitent les SI) ainsi que des cadres et des techniciens.

➤ **Ressources Matérielles**

On y trouve principalement :

- des machines plus au moins sophistiquées (Photocopieurs, machines à écrire, ordinateurs...)
- des supports de l'information (papier, fiches cartonnées, microfiches...)
- des utilitaires divers (armoires de rangement, classeurs, téléphone...)

➤ **Ressources Logicielles**

Il s'agit d'algorithmes ou des programmes sous forme de fiches d'instructions ou de logiciels d'ordinateurs, le logiciel comprend non seulement les instructions

d'exploitation que nous appelons *programmes*, mais aussi des instructions de traitement de l'information que nous appelons *procédures*.

➤ **Ressources en données**

On peut juger que c'est la matière première des SI, c'est pour cela que la notion de ressources en données est élargie car elle est constatée comme étant une ressource organisationnelle précieuse.

Ces ressources traitent l'information en exécutant plusieurs opérations comme suit :

- L'enregistrement et le stockage sur un support,
- Archivage de l'information,
- Sa consultation,
- La modification du contenu,
- Sa diffusion à un individu ou un ensemble d'individus,

Le traitement de l'information peut être programmable lorsqu'il peut être exécuté d'une manière entièrement automatique par un processeur (homme ou machine) à partir d'une fiche d'instructions ou d'un programme).

II.2.3 Les différentes formes de l'information

Dans [Briand & al, 86] un système d'information on distingue deux catégories d'information manipulée : l'information naturelle et l'information structurée.

➤ **L'information naturelle**

C'est le type d'information qui est interprétée par l'homme avec une expression naturelle. Cette dernière prend des formes diverses comme par exemple : l'information écrite, picturale ou bien orale.

➤ **L'information structurée (données)**

C'est le type d'information qui permet de représenter l'information naturelle d'une manière plus rigoureuse et qui peut être parfois difficile à formaliser et à manipuler, On obtient une donnée suite à une extraction manuelle ou automatique dans une information naturelle (on parle d'une extraction de données).

L'intérêt de ce dernier et la brièveté de l'information ce qui nous permet de diminuer le temps de communication, ainsi de minimiser l'espace de stockage sur les supports.

Par ailleurs, ceci nous permettra de traiter les données sous forme d'algorithmes c'est-à-dire : à partir d'un ensemble de données il est possible d'obtenir automatiquement de nouvelles données appelées données agrégées ; ceci est nommé le traitement de données.

II.2.4 Les points de vue d'un système d'information

L'analyse d'un système d'information facilite la compréhension de l'entreprise. Il est important de rappeler que tout corps organisé comme les administrations et les entreprises pourra être modélisé comme un système capable de définir ces objectifs.

A travers cette modélisation nous pouvons citer le rôle de chaque sous système d'information, et situer les fonctions de ces derniers et ses relations avec les autres systèmes ; pilotage et opérant.

On peut distinguer trois points de vue complémentaires du SI :

➤ **Un point de vue fonctionnel pour lequel le SI est :**

- Capable de collecter les informations provenant de la partie opérante,
- Capable d'organiser cette information en vue de son traitement,
- Capable de mémoriser l'information, mais aussi de la connaissance sur l'organisation du travail,
- Capable d'aider les acteurs de l'organisation dans l'exercice de leur métier.

➤ **Un point de vue systémique pour lequel le SI peut être :**

- Vu comme un sous-système de l'organisation.

Un système d'information englobe tous les composants dont les interactions sont de type informationnel. [Le Moigne, 99] a abordé les systèmes d'information avec une approche systémique qui consiste à définir une organisation comme la composition de trois types de systèmes qui sont :

- **Le système opérant** est un siège de l'activité productive de l'entreprise, il est constitué de personnels réels en transformant des flux d'informations, des flux financiers ou bien les flux de matière.
- **Le système de pilotage** il s'agit de l'activité décisionnelle de l'entreprise, cette dernière est très vaste car elle est assurée par tous les acteurs de l'entreprise, depuis les acteurs agissant sur l'activité productrice à ceux dirigeant cette dernière, elle permet non seulement la régulation mais aussi l'adaptation de l'entreprise à son environnement.

- **Le système d'information** est considéré comme un système de mémorisation dont le rôle est de permettre au système de pilotage d'assurer ses fonctions en assurant les interactions avec le système opérant.

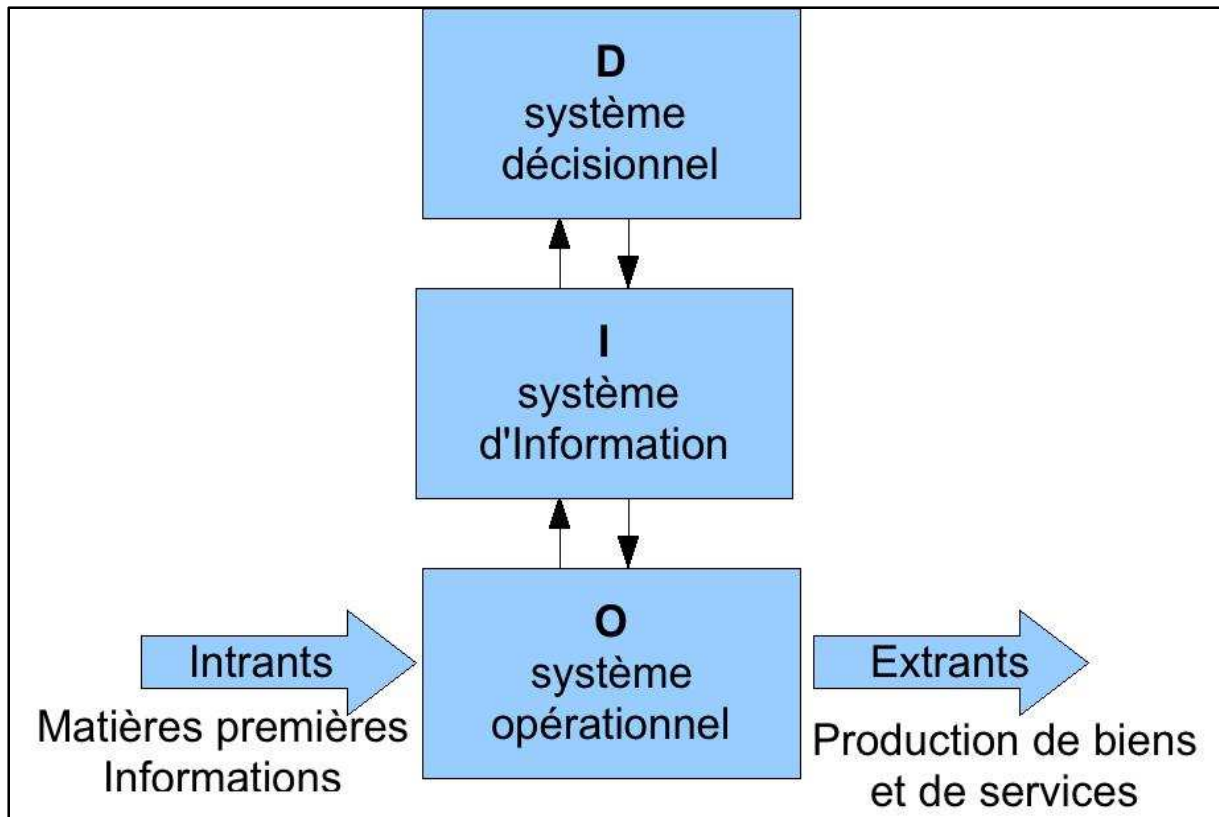


Fig.2.1 Vue systémique d'un système d'information

➤ **Un point de vue structurel pour lequel le SI est :**

- Une suite d'interactions entre l'homme et les ressources informatiques,
- Décomposable au niveau des moyens en une collection de ressources matérielles et logicielles.

Le point de vue structurel décompose un SI en deux sous-systèmes :

- Le système de traitement de l'information (comprenant les acteurs, les données et les processus)

- Le système informatique (comprenant les ressources matérielles et logicielles, les bases de données et les fonctions, cette décomposition éclaire la relation entre les technologies.

En reprenant les points de description d'un système, on a :

- Les éléments composants le système d'information sont les informations.
- Ces informations sont en interaction par le biais des processus et des procédures de l'entreprise.
- Le but du système d'information est d'organiser les informations afin de servir le métier et les acteurs.

II.2.5 Système d'information et système informatique

Le système d'information est essentiellement sémantique et fonctionnel ; il est défini par un « Modèle complet » en langage UML par exemple, qui fait abstraction des moyens techniques. La maîtrise de l'ouvrage doit se doter d'une expertise spécifique, fonctionnelle, qui garantit la pertinence des demandes en regard des exigences du métier.

Le terme informatique est une composante de deux mots *informatique* et *automatique*, il s'agit donc d'une discipline qui concerne le traitement automatique de l'information.

L'académie française a défini l'informatique comme suit :

« C'est une science du traitement rationnel, notamment par des machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications dans les domaines techniques, économiques et sociaux ».

La définition proposée par [G.jean, 00] pour le système informatique est la suivante :

«Un ensemble structuré des applications, des données et des infrastructures automatisant, pour tout ou partie, les fonctions et informations ».

En résumé,

- Les éléments constitutifs du système informatique sont des applications, des données et des infrastructures associées.
- Les interactions entre ces applications sont des échanges de données entre applications, rendus possible par les réseaux et les interfaces.

- L'objectif du système informatique est l'automatisation du traitement et de la gestion des informations.

II.2.6 Fonctions des systèmes d'information

Le système d'information est considéré comme une représentation de l'activité du système de pilotage et des échanges avec l'environnement, conçue à l'initiative du système de pilotage en fonction des buts à atteindre et de l'organisation choisie. [Vidal, 09]

Le système d'information (SI) assure, au sein de l'entreprise des fonctions primaires Comme :

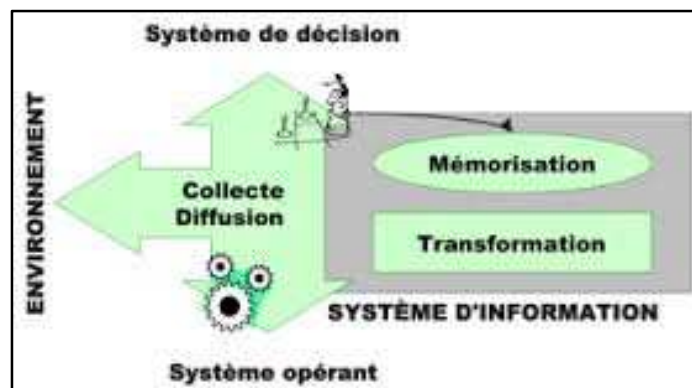


Fig.2.2 Fonctions d'un système d'information

- **Générer l'information** consiste à définir un vocabulaire spécifique de l'entreprise, à travers l'attribution à toute information d'un nom et d'une définition, reconnus et partagés au sein de l'entreprise.
- **Mémoriser l'information** s'avère très important pour la conception d'un système d'information, il s'agit du stockage des informations qu'il faut manipuler, ces dernières se présentent sous forme de données et la mémorisation de ces données est réalisée par des outils informatiques.
- **Communiquer et diffuser l'information** afin d'assurer les échanges d'informations entre les systèmes opérants et les systèmes de pilotage.
- **Exécuter le traitement d'information** ceci permet au système d'information de construire de nouvelles informations en modifiant leur fond et leur forme.

II.2.7 Typologie des systèmes d'information

On peut distinguer trois types de SI :

- Le système de traitement des transactions(STT)
- Le système de reportage de l'information(SRI)
- Le système d'aide à la décision(SAD)

Dans ce qui suit nous allons détailler encore plus sur ces systèmes :

- **Système de traitement de transaction(STT)**

Un STT collecte, mémorise, et traite des données, il décrit les transactions d'une organisation d'une façon à ce que les acteurs de cette organisation puissent s'en servir comme base de leur actions régulières, soit : procédures, production de documents administratifs,...

Ce système permet aussi de traiter et mémoriser des données externes à l'organisation, comme la vente, le système de traitement de commandes, la collecte de données sur les clients pour analyser les modalités de distribution des produits afin de préparer une information qui sera utilisée plus tard par d'autres systèmes.

- **Système de reportage de l'information(SRI)**

Ce système a pour objectif de produire des rapports pour les membres d'une organisation à partir des données déjà collectées et mémorisées, rappelons nous qu'il n'existe pas des exigences sur la nature de ces rapports, sur leur fréquences ou encore sur les évènements qui causent leur production.

Ces rapports peuvent être soit imprimées sur papier, ou bien affichée sur écran, etc. leur production peut être quotidienne, hebdomadaire, régulière ou sur commande. Comme la gestion des ressources humaines, un rapport sur l'arrivée et le départ du personnel au site de travail.

- **Système d'aide à la décision(SAD)**

Ce système supporte un processus de l'entreprise, il est considéré comme une suite logique des systèmes de production de rapport et de traitement transactionnel, ces SI sont informatisés et font appelle à des modèles décisionnels et aux bases de données afin d'aider les gestionnaires à prendre des décisions. Ils permettent la modélisation, l'extraction de données et la représentation graphique de l'information. Les gestionnaires s'en servent pour prendre des décisions non-structurées dans un cadre informatisé.

II.2.8 Architecture des systèmes d'information

Un système d'information est constitué de trois couches principales : *l'interface* avec les utilisateurs, *les traitements* et *les données*. [Biga, 06]

- **La couche donnée** est constituée de modules suivants :

- *La gestion des données* : elle est chargée de sélectionner et accéder aux données.

- *L'intégrité des données* : elle concerne tout ce qui est lié à la sécurité des données (partage, accès,...).

- **La couche traitement** contient les traitements à réaliser par l'application. Ils peuvent être découpés en deux groupes :

- *Les traitements locaux* : regroupe les contrôles effectués visant essentiellement le contrôle et l'aide à la décision.

- *Les traitements globaux* : ils constituent l'application en elle-même, cette dernière appelée couche métier. Cette dernière contient les règles internes qui dominent une entreprise donnée.

- **La couche interface** est composée des modules suivants :

- La logique de l'affichage* : elle transmet à la gestion de l'affichage la description des éléments de présentation.

- La gestion de l'affichage* : elle est assurée par l'environnement de l'utilisateur.

L'architecture des systèmes d'information est une étude qui traite des modèles, des outils et des langages qui permettent de concevoir et construire un système d'information. Elle vise à décrire la structuration d'un système d'information en termes de constituants et d'organisation de ces constituants en tenant compte des multiples niveaux de conception, des niveaux de modélisation et du degré de généralité du système. Dans [Morley & al, 05], on identifie une architecture de système d'information comme « une représentation abstraite des différentes parties du système d'information qui permet des décisions globales et de s'assurer de la pertinence de l'assemblage, la cohérence et l'efficacité technique ».

L'architecture représente alors un rôle important qui permet une maîtrise de la conception et de l'évolution des systèmes d'information. La maîtrise de la conception est une description détaillée des constituants, niveaux et organisations mais aussi par divers modèles de conception d'un système d'information. Par contre la maîtrise de l'évolution passe par une gestion efficace des changements qui interviennent durant le cycle de vie du système.

L'architecture d'un système d'information dépend généralement de l'architecture de l'entreprise. Nous pouvons juger que l'architecture de l'entreprise et l'architecture de son système d'information sont rigoureusement liées. Donc, pour le développement d'entreprises, ces dernières doivent s'adapter aux évolutions du contexte technique et du contexte métier simultanément.

II.2.9 Qualités d'un système d'information

[I.Wattiau, 09] Afin d'être efficace, le système d'information informatisé doit assurer :

- **La rapidité et la facilité d'accès aux informations**

Car un système trop lent ou trop compliqué à utiliser peut faire diminuer l'efficacité ou bien la pertinence des décisions, il faut donc des machines et des réseaux très performants et des interfaces à manipuler.

- **La fiabilité, la compétence et l'intégrité de données**

Les informations doivent être sûres et fiables, le système doit fournir des informations à jour. L'intégrité des informations implique que le système doit être capable de gérer des situations qui risquent de rendre les informations incohérentes. Par exemple, si la communication est rompue entre deux machines qui doivent synchroniser leurs données, le système doit reconstituer une situation correcte pour les deux ordinateurs.

- **La sécurité et la confidentialité des informations**

La sécurité du système est assurée par des dispositifs qui permettent de sauvegarder régulièrement les données, on utilisera alors des machines à tolérance de panne élevée.

Le système doit également être protégé de la malveillance et des attaques extérieures grâce à des dispositifs matériels (routeurs filtrants) ou logiciels (identification, anti-virus, pare-feu, détecteurs d'intrusions,...)

La confidentialité des données est un autre aspect important de la sécurité des systèmes d'information, cette dernière peut être assurée soit par des moyens matériels (lecteurs de cartes, d'empreintes,...) ou bien par des moyens logiciels (identification, permissions sur des fichiers ou des bases de données,...).

II.3 Le Système d'information Organisationnel

L'organisation est à la base une action collective, c'est un ensemble d'individus (acteurs ou participants) qui sont en accord pour réaliser un ou plusieurs objectifs partagés par ces derniers. Chaque acteur a un rôle qui lui est attribué afin d'exécuter une tâche propre à lui ; Ceci implique une coordination et une cohérence entre les différentes activités.

II.3.1 Définition

Un système d'information organisationnel sert à collecter ou créer des informations ou bien des données, les mémoriser, les diffuser et les traiter. Ce dernier, a un rôle primordial dans le fonctionnement des organisations car il produit des informations légales exigées par l'environnement organisationnel et il permet de déclencher des décisions programmées d'une part et une aide à la prise de décisions non programmées d'une autre part en fournissant des informations brutes ou modélisées. Enfin, il assure la coordination des tâches en permettant la communication entre les individus du système organisationnel. La définition d'un système d'information fait apparaître trois aspects des systèmes d'information organisationnel selon [Agostini & al, 98] :

- L'aspect « Systèmes distribués », cet aspect inclut des types variés d'informations, d'applications ou matériels existants, développés à l'aide de technologies conventionnelles telles que les langages de programmation et les systèmes de gestion de bases de données (SGBD). La coopération doit prendre en charge des problèmes d'hétérogénéité et d'incompatibilité, cette dernière doit ainsi permettre à tous les systèmes d'une organisation ou bien différentes organisations d'échanger des données et d'utiliser des fonctionnalités d'autres systèmes.
- L'aspect « Travail collaboratif », on pourra citer (workflow, processus métiers), ceci concerne la manière dont les intervenants coordonnent leurs activités afin de modéliser un processus métier, cet aspect a donné naissance aux recherches liées à la coopération de tâches et de processus, au groupware et à l'informatique organisationnelle.
- L'aspect organisationnel comme un processus métier qui s'intéresse à la gestion du travail d'un point de vue organisationnel, en faisant abstraction des acteurs ou de la technologie, cet aspect concerne généralement des modèles organisationnels, incluant des objectifs métiers et organisationnels.

Un système d'information organisationnel (ou bien collaboratif) inclut les concepts suivants : la communication, la collaboration, la coordination et la coopération.

- **La communication** : échange d'informations entre les intervenants d'un système d'information.
- **La collaboration** : échange d'idées et partage des connaissances entre les intervenants d'un système d'information.
- **La coordination** : synchronisation, ordonnancement entre les participants du système d'information.

- **La coopération** : c'est la collaboration et la coordination entre les intervenants.

Les principaux objectifs de tels systèmes sont :

- Résoudre les différents types d'hétérogénéité ou les conflits inhérents à la coopération des systèmes d'information.
- Traiter les requêtes soumises au système d'information organisationnel en respectant ses caractéristiques ou propriétés définies comme suit :

II.3.2 Les caractéristiques et propriétés des systèmes d'information organisationnels

Un système d'information organisationnel se repose sur l'autonomie, la distribution et l'hétérogénéité des systèmes composants. Les propriétés telles que la transparence, l'évolutivité, permettent d'évaluer les qualités du système d'information organisationnel. [Freudi M, 13]

II.3.2.1 Autonomie

Cette propriété s'applique à un système possédant la faculté d'actions, de modification et de communication sans changer le fonctionnement de l'environnement dans lequel il se développe, on pourra citer les principaux types d'autonomie au sein des systèmes d'information organisationnels, à savoir :

- **Autonomie de conception** est l'interdiction de tout changement dans la conception et l'implémentation des composants du système d'information organisationnel.
- **Autonomie d'exécution** se réfère sur la liberté du traitement des requêtes externes provenant de la coopération.
- **Autonomie de communication** est la faculté attribuée à un composant pour pouvoir communiquer ou non avec d'autres composants et de choisir les protocoles de communication.
- **Autonomie d'association** est la faculté donnée à un composant de pouvoir partager ou non ses fonctionnalités ou ressources avec d'autres composants.

II.3.2.2 Hétérogénéité

Le développement autonome des systèmes, notamment lorsqu'il y a des différences au niveau de la structure et du type des systèmes de composants, produit généralement l'hétérogénéité. Cette dernière a été classée en trois niveaux:

- **Technique** fait référence à l'hétérogénéité des plates-formes comme : les systèmes d'exploitation et architectures matérielles.
- **Structurelle** s'appuie sur les différences en matière de :
 - ✓ Modèles de données (classique, relationnel, orienté objet)
 - ✓ Langages des requêtes (langages de manipulation des données, SQL)
 - ✓ Représentation des informations entre composants coopérants à savoir :
 - **Conflits schématiques** utilisation de concepts différents lors de la représentation de l'information.
 - **Conflits généralisation/spécialisation** utilisation de plusieurs concepts pour représenter une information ou d'un concept unique plus général.
 - **Conflits d'agrégation** expriment la différence des niveaux de granularité entre les systèmes. La valeur d'un attribut d'un système composant peut être équivalente à l'agrégation des valeurs de plusieurs attributs dans un autre système. L'attribut « Adresse » constitue un bon exemple.
 - **Conflits de type** c'est la différence des types de données entre les attributs de la même information. L'attribut « Date » peut être déclaré comme chaîne de caractères dans un système composant, et comme type Date dans un autre système.
- **Sémantique** Représente les différences dans l'interprétation ou la signification d'une même donnée. Cette hétérogénéité symbolise plus exactement les conflits de noms comme : l'*homonymie* et la *synonymie* et des conflits de valeurs dont nous distinguons : *les conflits de représentation de données* et *les conflits de précision de données*.

II.3.2.3 La distribution

La distribution physique des données signifie que les informations sont réparties entre des sites géographiquement éloignés, mais peuvent aussi être localisées sur un même site. La communication entre les sites distants est réalisée à travers des réseaux interconnectés et sécurisés.

II.3.2.4 La transparence

La transparence concerne l'intégration : un système d'information parfaitement intégré doit être vu comme un système centralisé. Toutefois ce système intégré doit être fonctionnel, homogène et cohérent, nous distinguons trois types de transparence à savoir :

- La transparence de localisation qui permet à l'utilisateur d'ignorer la localisation physique de l'information.
- La transparence au niveau de modélisation de données ou les utilisateurs ne se soucient aucunement des noms des entités ou attributs des sources d'information.
- La transparence de langage permet aux utilisateurs ou l'apprentissage d'un langage de requête d'extraction de données n'est pas obligatoire pour les utilisateurs. La transparence implique la présence d'un niveau d'abstraction entre les utilisateurs et les sources d'informations.

II.3.2.5 L'évolutivité

L'évolutivité est définie comme étant la facilité de prendre en charge des changements qui peuvent apparaître au sein d'une architecture coopérative. Ces changements interviennent à deux niveaux :

- Au niveau système d'information organisationnel (ajout/retrait d'un composant participant).
- Au niveau des systèmes composants (modification d'un schéma, de l'implémentation ou de la sémantique d'un composant).

II.3.3 Les principes de base d'un système d'information organisationnel

Un système d'information organisationnel se base sur des principes qui sont :

- ✓ Les machines doivent être reliées à un réseau dotées d'un logiciel.
- ✓ Un ensemble d'individus d'une organisation accompagnés de procédures à suivre.
- ✓ Un ensemble d'humains ou collectifs accompagnés de règles.

Un système d'information automatisé est un sous-système dans une organisation, dont la collaboration nécessite la coordination et la communication, donc il s'est avéré intéressant d'inclure la communication et la coordination entre les acteurs dans les organisations, c'est ce qui intègre la notion du travail collaboratif. Ce dernier est considéré comme un outil qui permet une meilleure communication entre les intervenants afin d'atteindre un but partagé et de réaliser un travail d'une manière efficace et collective.

II.4 Modélisation du système d'information

La modélisation d'un système d'information organisationnel a pour but de représenter la structure et son fonctionnement, selon un certain point de vue avec un certain niveau de détail et en fonction des objectifs, ceci consiste à comprendre le bon fonctionnement de l'entreprise afin de pouvoir améliorer ces performances. Les entreprises ont besoin de système d'information performants afin de répondre aux exigences croissantes, de réactivité et d'efficacité, ces dernières souhaitent évoluer leur système d'information autour des technologies liées à internet, la technologie offre une grande richesse de possibilités qui incite à la construction des architectures de systèmes d'information les plus complexes et diversifiés, les besoins de communication sont toujours importants entre applications utilisant une réflexion plus globale et plus approfondie de l'organisation des composants logiciels.

II.4.1 Définition de la modélisation

La modélisation concerne la représentation et la spécification de divers aspects des opérations d'entreprises, dans ce cas on pourra distinguer différents aspects : fonctionnels, opérationnels et organisationnels. Ces derniers décrivent respectivement ce qu'on doit modéliser et dans quel ordre doit-en le faire et quels sont les objets utilisés ou traités. Enfin l'aspect organisationnel décrit la structure organisationnelle dans laquelle les choses seront-elles faites.

II.4.2 Objectifs de la modélisation

La modélisation des systèmes d'information fournit beaucoup d'avantages pour les organisations qui cherchent à améliorer leurs performances, on pourra alors citer :

- La facilité de communication en utilisant un langage commun.
- Une meilleure compréhension partagée
- Une amélioration de la situation actuelle de l'entreprise.
- Simulation de nouvelles situations et leurs impacts sur l'organisation.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié les notions de base d'un système d'information, ses composants et les différents types d'information, enfin nous avons définis quelques principes de modélisation des processus, et son rôle essentiel sur les différentes entreprises.

Le chapitre suivant sera consacré à la conception de notre ontologie en mettant le point sur l'ontologie proposée, et l'implémentation de notre cas réel sur cette dernière.

Chapitre III
Conception de
l'ontologie

Introduction

L'intégration d'une ontologie dans un système d'information a pour objectif de réduire, voire éliminer les ambiguïtés et les confusions. Elle vise alors à améliorer la communication, partager la compréhension de la structure de l'information entre les personnes et les agents logiciels, l'interopérabilité et permettre la réutilisation possible de cette ontologie.

III.1 Démonstration de la modélisation

Un modèle de processus est considéré comme étant une représentation de l'ensemble des activités correspondantes, qui mettent en évidence les objectifs du processus modélisé, les différentes tâches correspondantes ainsi que les rôles assurant ces tâches.

Selon [A.Benchikh & D.Rieu, 09], l'ontologie proposé contient cinq vues complémentaires, chaque vue est introduite afin d'enrichir cette dernière et mettre en évidence les différents éléments nécessaires pour la définition d'un processus métier. Dans ce qui suit nous allons détailler encore plus sur chacune d'elles :

- **La vue intentionnelle** résume l'objectif du processus et le positionne dans l'ensemble des objectifs de l'organisation, cette vue permet éventuellement de spécifier le type de processus (principal, de support ou de pilotage).
- **La vue fonctionnelle** représente les différentes entités fonctionnelles d'un processus et les différentes tâches assurées. Dans cette vue nous pouvons distinguer des processus globaux qui sont composés de processus détaillés, ces derniers sont composés de sous processus et activités. Une activité est un ensemble d'actions, une action est une entité fonctionnelle qui ne peut pas être décomposée.
- **La vue informationnelle** représente les informations liées au processus et les entités d'informations manipulées par les divers rôles.
- **La vue interactionnelle** permet de saisir les interactions entre les éléments intervenants dans un processus, autrement dit il représente les différents échanges d'informations entre les tâches.
- **La vue organisationnelle** définit les différents rôles responsables de l'exécution des activités. Les acteurs représentant ces rôles peuvent être aussi bien des personnes que des ressources de nature différentes (logiciel, machine, serveur, etc....)

III.2 Présentation de l'ontologie

La description de processus métier consiste à la représentation formelle des connaissances non formalisées. D'autre part la construction d'une ontologie se fait par la voie d'un consensus afin de représenter la compréhension partagée d'un groupe ou d'une communauté. La construction d'une ontologie facilite le processus d'identification du langage d'expression de connaissances sur un domaine d'entreprise.

Pour cela, nous utiliserons un ensemble de concepts en relation les uns avec les autres, la relation entre ces concepts va nous permettre de définir les interactions entre ces derniers, selon [G.Sini, 13], l'étude de modélisation converge vers un ensemble de concepts tel-que : processus, tâche, rôle et donnée. Cet ensemble de concepts nous a permis de décrire une ontologie de processus.

Les tâches appartiennent à un processus, une tâche peut dépendre d'une autre tâche, ces dernières traitent des données et sont exécutées par des rôles. Enfin les rôles peuvent manipuler des données.

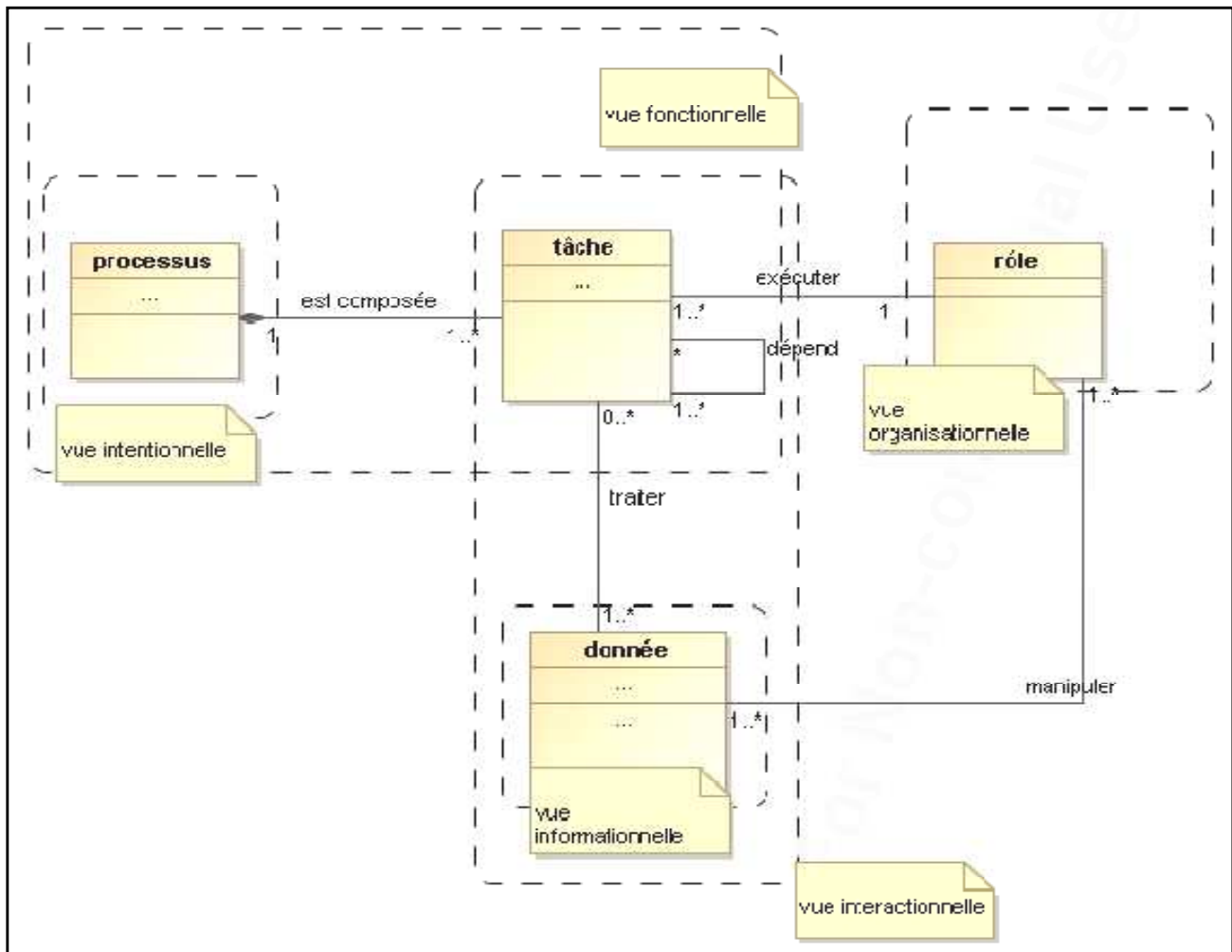


Fig.3.1 Ontologies de concepts pour la description d'un processus [G.Sini, 13]

III.3 Définition des composants de l'ontologie

- **Processus** est un ensemble d'activités qui se combinent entre elles d'une façon ordonnée, qui à l'aide de ressources humaines et matérielles transforme des données ou bien des éléments d'entrée en un objectif bien précis dans une organisation. Chaque processus est en communication avec d'autres et peut être décomposé en sous processus.
- **Tache** est une opération, ou bien l'exécution d'un ensemble d'opérations, une fonction à accomplir comme : rédiger un texte, envoyer un mail, réparer un ordinateur. Une tache est souvent exécutée par un seul acteur.

- **Donnée** est une description fondamentale d'une réalité, elle est le résultat d'un travail préalable sur des données brutes qui permettra de leur donner un sens et obtenir une information précise.
- **Rôle** est une personne ou bien un groupe de personnes qui accomplissent des tâches et qui communiquent entre elles, ces dernières ne sont pas jugées en tant qu'individus mais en tant que rôles. Ces rôles peuvent ne pas être des personnes mais aussi des machines ou bien des programmes informatiques.

III.4 Etude de l'ontologie

Les concepts décrits par notre ontologie, nous permettent de modéliser un processus selon l'enchaînement des tâches qui sont exécutées par des rôles en utilisant des données, les règles à respecter seront comme-suit :

- 1- Un processus peut être divisé en sous processus,
- 2- Une tâche est une composante d'un processus,
- 3- Une tâche est exécutée par un rôle,
- 4- Une tâche peut dépendre d'une ou plusieurs tâches,
- 5- Une tâche traite une ou plusieurs données,
- 6- Un rôle manipule une ou plusieurs données,
- 7- Un rôle exécute une ou plusieurs tâches.

Spécification

Avant la modélisation ontologique d'un système d'information, il est impératif d'analyser les connaissances du processus en tenant compte du domaine visé, de déterminer les objectifs à atteindre ainsi les utilisateurs futurs et enfin définir la portée de l'ontologie en tenant compte des concepts à utiliser. Dans notre cas nous pouvons citer les termes les plus importants : **Processus, Tache, Rôle, Donnée.**

Nous interrogeons éventuellement notre ontologie, qui doit être en mesure de répondre à des questions comme-suit :

- Quelles sont les données traitées par des tâches ?
- Quels sont les rôles qui manipulent des données ?
- Quelles sont les tâches formant un processus ?

- Quelles sont les taches qui dépendent d'autres taches ?
- Quels sont les rôles qui exécutent des taches ?
- Quels sont les taches qui ne traitent pas des données ?

Conceptualisation

On distingue les principales étapes suivantes :

Etape1 : Glossaire de termes

La première tache à effectuer est la construction du glossaire de termes, ce dernier décrit tous les termes (concepts, instances, attributs et relations entre les concepts) qui sont utilisables et leur description n'est pas ambiguë par le langage naturel.

Terme	Signification
Processus	Un processus est un enchainement ordonné de taches qui s'exécutent afin de transformer des éléments d'entrée en éléments de sortie.
Tache	Une tache est un travail à accomplir afin d'atteindre un objectif en utilisant un moyen donné.
Rôle	Un rôle est un acteur qui accomplit une tache bien précise, c'est un élément primordial pour l'exécution d'un processus.
Donnée	Une donnée est une idée fondamentale et une représentation conventionnelle d'une information en vue de son traitement informatique.

Fig.3.2 Glossaire de terme de l'ontologie proposée

Etape2 : Table des relations binaires

Le but de cette étape est de construire une table de relations binaires décrites en détail, nous définissons également le nom de la relation binaire, les noms des concepts sources et cibles, les noms de la relation inverse et enfin les cardinalités sources et cibles.

Nom Relation	Concept Source (Domain)	Concept Cible (Range)	Relation Inverse	Cardinalité Source	Cardinalité Cible
EstComposé	Processus	Tache	Appartient	1	1...*
Exécuter	Rôle	Tache	ExecuterPar	1	1...*
Dépend	Tache	Tache	/	1...*	1...*
Traiter	Tache	Donnée	TraiterPar	0...*	1...*
Manipuler	Rôle	Donnée	ManipulerPar	1	1...*
ExecuterPar	Tache	Rôle	Exécuter	1...*	1
TraiterPar	Donnée	Tache	Traiter	1...*	0...*
ManipulerPar	Donnée	Rôle	Manipuler	1...*	1
Appartient	Tache	Processus	EstComposé	1...*	1

Tableau.3.3 Table des relations binaires de l'ontologie proposée

Etape3 : Diagramme des relations binaires

Une relation binaire relie deux concepts (concept source et concept cible) : supposons que R est une relation R est une relation entre deux concepts C1 et C2, alors pour tout couple d'instances des concepts C1 et C2. Il existe une relation de type R qui lie les deux instances de C1 et C2. Cette tâche nous permettra de représenter les différentes relations qui existent entre les divers concepts.

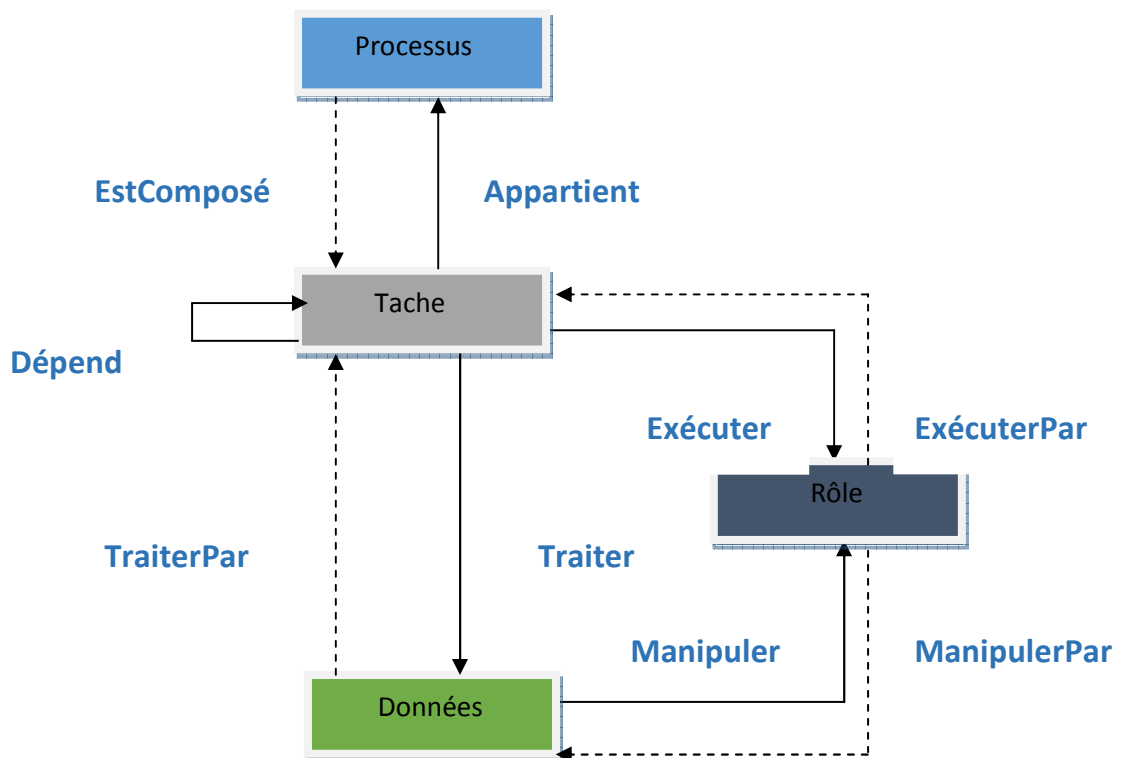


Fig.3.4 Diagramme des relations binaires proposé

Etape4 : Dictionnaire des concepts

Un dictionnaire spécifie les propriétés qui décrivent chaque concept, il contient tous les concepts du domaine, leurs synonymes, leurs acronymes, leurs attributs et relations.

Le tableau ci-dessous montre le dictionnaire des concepts à utiliser :

Concept	Attribut	Relation	Acronyme	Synonyme
Processus	Nom processus	EstComposé	Process	-----
Tâche	-----	Traiter ExecuterPar	T	Activité
Rôle	Nom_rôle	Manipuler Exécuter	Rl	Acteur
Donnée	Type_donnée	TraiterPar ManipulerPar	DN	Information Elementaire

Etape5 : Taxonomie de concepts

La figure ci-dessous nous montre la classification des concepts de l'ontologie dans un cadre hiérarchique qui exprime les relations sous-classe:



Fig.3.5 Taxonomie de concepts proposée

Etude de notre cas réel

Comme nous l'avons souligné précédemment, nous avons opté sur le processus de navigation aérienne au sein de l'aéroport internationale d'Alger. De ce fait nous émettons à votre connaissance les informations qu'on a pu accumuler.

III.5 Construction du glossaire de termes

La construction d'un glossaire de termes recueille et décrit tous les termes qui servent à représenter les concepts de l'ontologie. Le tableau ci-dessous représente une liste des termes utilisés pour notre ontologie :

Terme	Signification
Pilote	Pilote désigné par l'exploitant, ou par le propriétaire dans le cas de l'aviation générale, comme étant celui qui commande à bord et qui est responsable de l'exécution sûre du vol.
Contrôle d'approche	Service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'arrivée ou au départ.
Contrôle route	Service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'intérieur des régions de contrôle.
Contrôle tour	Service du contrôle de la circulation aérienne pour la circulation d'aérodrome.
Agent du bureau local	Personne qui a pour rôle de saisir les informations du plan de vol dans un réseau et qui est chargée de le faire signer et de le valider.
RSFTA (Réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques)	Réseau mondial conçu en fonction des besoins spécifiques de l'aviation civile internationale, on y trouve des informations essentielles reliées entre elles afin de desservir les aéronefs durant toutes les phases du vol.
Heure estimée de départ (ETD)	Heure à laquelle il est estimé que l'aéronef commencera à se déplacer pour le départ.
Niveau de vol (FL)	Surface isobare, liée à une pression de référence spécifiée, soit 1013,2 hectopascals (hpa) et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiées.

Aérodrome	Surface définie sur terre ou sur l'eau destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface.
Aéronef	Tout appareil qui peut se soutenir dans l'atmosphère grâce à des réactions de l'air d'autres que les réactions de l'air sur la surface de la terre.
Voie de circulation	Voie définie, sur un aérodrome terrestre, aménagée pour la circulation à la surface des aéronefs et destinée à assurer la liaison entre deux parties de l'aérodrome.
La route à suivre (ENROUTE)	Projection à la surface de la terre de la trajectoire d'un aéronef, trajectoire dont l'orientation, en un point quelconque, est généralement exprimée en degrés par rapport au nord.
Point d'attente avant piste	Point désigné en vue de protéger une piste, une surface de limitation d'obstacles, auquel les aéronefs et véhicules circulant à la surface s'arrêteront et attendront, sauf autorisation contraire de la tour de contrôle d'aérodrome.
Circulation aérienne	Ensemble des aéronefs en vol et des aéronefs évoluant sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome.
Aérodrome de dégagement (Altn AD)	Aérodrome vers lequel un aéronef peut poursuivre son vol lorsqu'il devient impossible ou inopportun de poursuivre le vol ou d'atterrir à l'aérodrome d'atterrissage prévu.
Cap	Orientation de l'axe longitudinal d'un aéronef, généralement exprimée en degrés par rapport au nord (vrai, magnétique, compas ou grille).
Niveau	Terme générique employé pour indiquer la position verticale d'un aéronef en vol en désignant, selon le cas, une hauteur, une altitude ou un niveau de vol.
TMA (Terminal Manoeuvring Area)	Espace aérien réglementé destiné à protéger les vols en approche ou au départ d'un ou plusieurs aéroports, cet espace et le plus souvent un espace de vol contrôlé.
Plan de vol	Ensemble de renseignements spécifiés au sujet d'un vol projeté ou d'une partie d'un vol, transmis aux organismes des services de la circulation aérienne.
Bande de progression (Strip)	Bande de papier semi-rigide sur laquelle sont imprimées des informations issues du plan de vol d'un aéronef, et qui sert de support de travail à un contrôleur aérien.
Clairance	Autorisation délivrée à un aéronef de manœuvrer dans des conditions spécifiées par un organisme du contrôle de la circulation aérienne dans le but de lui fournir le service du contrôle de la circulation aérienne.

Organe d'approche	Organisme chargé d'assurer le service du contrôle de la circulation aérienne aux aéronefs en vol contrôlé arrivant à un ou plusieurs aérodromes ou partant de ces aérodromes.
Tour de contrôle	Organisme chargé d'assurer le service du contrôle de la circulation aérienne pour la circulation d'aérodrome.
Centre de contrôle régional	Organisme chargé d'assurer l'organisation efficace des services de recherches et de sauvetage et de coordonner les opérations à l'intérieur d'une région de recherche et de sauvetage.
Zone de contrôle	Espace aérien contrôlé s'étendant verticalement à partir de la surface jusqu'à une limite supérieure spécifiée.
Guidage	Fourniture de directives de navigation aux aéronefs, sous forme de caps spécifiques fondée sur l'utilisation d'un système de surveillance ATS.
Radar	Dispositif de radiodétection qui fournit des renseignements sur la distance, et l'altitude des objets.
Altitude	Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer.
Assignment	Distribution de fréquences à des stations, distribution de codes SSR ou d'adresses d'aéronef à 24 bits à des aéronefs.
Durée estimée	Temps que l'on estime nécessaire pour aller d'un point significatif à un autre.

Tableau.3.6 Glossaire de termes

III.6 Instanciation de notre ontologie

Le tableau ci-dessous représente notre cas réel selon les concepts de l'ontologie proposée :

Concepts	Instanciation
Processus	Navigation Aérienne
Sous processus 1	Décollage d'un aéronef
Sous processus 2	Aéronef en vol
Sous processus 3	Aéronef en route

Sous processus 4	Aéronef en approche (Aérodrome d'arrivée)
Sous processus 5	Atterrissage d'un aéronef
Tâche	Etablissement d'un plan de vol
	Dépôt du plan de vol
	Signature du plan de vol
	Validation du plan de vol
	Transformation du plan de vol sous forme d'une bande de progression
	Impression d'une bande de progression(STRIP)
	Inspection d'instruments de bord d'avion
	Demande de mise en route au contrôleur tour
	Vérification du périmètre de sécurité de l'avion
	Autorisation de mise en route
	Mise en route du moteur et de mode de roulage et de clairance
	Autorisation du roulage de l'avion jusqu'au point d'attente avant piste
	Clairance de la tour de contrôle
	Autorisation de décollage
	Transfert de l'avion à l'organe d'approche
	Changement de fréquence et contact de l'organe d'approche
	Séparation de l'avion vis-à-vis d'autres se trouvant dans son espace
	Passage de l'avion à la limite verticale de la zone d'approche
	Transfert de l'avion au centre de contrôle régional
	Contact de la TMA du centre de contrôle régional
	Séparation de l'avion par rapport aux autres avions en transit
	Assignation du niveau de vol de croisière(FLC)
	Confirmation de la stabilité de l'avion au niveau de vol de croisière (FLC)
Demande de montée ou de descente en cas de turbulence	
Autorisation de montée ou de descente en fonction du trafic	
Demande de descente à l'aérodrome d'arrivée	

	Coordination de la TMA avec le contrôleur d'approche
	Autorisation de descente de l'avion
	Demande de transfert au contrôle d'approche de l'aérodrome d'arrivée
	Transfert de contrôle de l'avion à l'organe d'approche
	Contact de l'organe d'approche d'arrivée
	Guidage radar de l'avion
	Demande d'exécution d'approche aux instruments
	Autorisation d'approche
	Exécution de l'approche aux instruments
	Transfert de l'avion à la tour de contrôle
	Confirmation du transfert de l'avion
	Guidage de l'avion jusqu'aux abords de l'aérodrome
	Déploiement du train d'atterrissage et interception d'instruments de système d'atterrissage et allumage du phare d'atterrissage
	Détection de l'avion en final et autorisation d'atterrissage
	Evacuation de la piste d'atterrissage une fois au sol
	Acheminement de l'avion via les voies de circulation au poste de stationnement

Rôle	
	Agent du bureau local
	Réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques (RSFTA)
	Contrôleur tour
	Contrôleur d'approche
	Contrôleur route
	Pilote
Donnée	Heure estimée de départ (ETD)
	Niveau de vol (FL)
	Nom de l'aérodrome de départ (ADEP)

	Nom de l'aérodrome de destination (ADES)
	Numéro de ligne de l'avion (ARCID)
	Niveau
	Type de l'avion
	La route à suivre (ENROUTE)
	Règles de vol
	Durée de vol
	Vitesse de croisière
	Vitesse
	Cap
	Nombre total des personnes à bord (POB)
	Autonomie de l'avion
	Numéro d'immatriculation de l'aéronef
	Nom du commandant de bord
	Renseignements supplémentaires (AIRSUP)
Aérodrome de dégagement (Altn AD)	

Tableau.3.7 Instanciation de l'ontologie proposée

III.7 Construction du Tableau des relations binaires

Le but de cette étape consiste à représenter quelques relations binaires entre les concepts de notre ontologie, nous définissons également le nom de la relation, le nom des concepts source et cibles, le nom de la relation inverse, et enfin les cardinalités sources et cibles.

Nom relation	Concept source	Concept cible	Relation inverse	Cardinalité source	Cardinalité cible
EstComposé	Décollage d'un aéronef	Vérification du périmètre de sécurité de l'avion	Appartient	1	1..*
	Aéronef en vol	Changement de fréquence et contact de l'organe d'approche		1	1..*
Executer	Pilote	Inspection d'instruments de bord d'avion	Executer Par	1	1..*
	Contrôleur d'approche	Clairance de la tour de contrôle		1	1..*
Dépend	Etablissement d'un plan de vol	Dépôt du plan de vol	/	1..*	1..*
	Dépôt du plan de vol	Signature du plan de vol		1..*	1..*
Manipuler	Pilote	Numéro d'immatriculation de l'aéronef	Manipuler Par	1	1..*
	Contrôleur route	Vitesse de croisière		1	1..*
Traiter	Etablissement d'un plan de vol	Heure estimée de départ	TraiterPar	0..*	1..*
	Guidage radar de l'avion	Le Cap		0..*	1..*

Tableau.3.8 Tableau des relations binaires

III.8 Construction de la ABox et TBox

Afin de formaliser le modèle conceptuel, nous utiliserons les logiques de description qui sont composés de deux parties : TBox et ABox.

Assertion des relations
Appartient (Confirmation du transfert de l'avion, Atterrissage d'un aéronef)
ExecuterPar (Contact de l'organe d'approche d'arrivée, Pilote)
Manipuler (Pilote, Règles de vol)
Traiter (Type d'avion, Etablissement d'un plan de vol)
Dépend (Dépôt du plan de vol, Signature du plan de vol)

Concept	Définition	Relation et subsomption
Processus	$\equiv \exists \text{ EstComposé. T\^ache}$	Processus \subseteq Thing
T\^ache	$\equiv \forall \text{ Traiter. Donn\^ee} \cup \exists \text{ ExecuterPar. R\^ole} \cup \exists \text{ Traiter.Donn\^ee}$	T\^ache \subseteq Processus
R\^ole	$\equiv \exists \text{ Executer. T\^ache} \cup \forall \text{ Manipuler. Donn\^ee}$	R\^ole \subseteq Thing
Donn\^ee	$\equiv \forall \text{ TraiterPar. T\^ache} \cap \forall \text{ ManipulerPar. R\^ole}$	Donn\^ee \subseteq Thing

 Construction de la TBox pour notre cas réel

Axiome terminologique

Processus \subseteq Thing	
Tâche \subseteq Processus	
Donnée \subseteq Thing	
Rôle \subseteq Thing	
Tâche	Vérification du périmètre de sécurité \subseteq Tâche $\cap \forall$ ExecuterPar. Contrôleur_tour
	Etablissement d'un plan de vol \subseteq Tâche $\cap (\forall$ ExecuterPar. Pilote $\cap \forall$ Traiter. Niveau de vol $\cap \forall$ Dépend. Dépôt du plan de vol).
Rôle	Pilote \subseteq Rôle $\cap \forall$ Exécuter. Inspection d'instruments de bord d'avion.
	Contrôleur d'approche \subseteq Rôle $\cap (\forall$ Exécuter. Guidage radar de l'avion $\cap \forall$ Manipuler. Vitesse).
Donnée	Immatriculation de l'aéronef \subseteq Donnée $\cap (\forall$ ManipulerPar. Pilote $\cap \forall$ TraiterPar. Etablissement d'un plan de vol).

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons consacré notre étude sur l'ontologie de concepts qui nous a été proposée, nous avons définis les différentes vues de cette dernière et ses composants, ensuite nous avons établi une hiérarchie de concept puis nous avons également défini les relations pouvant exister entre les classes.

Le chapitre suivant mettra en exergue l'implémentation de notre ontologie, en présentant les outils et langages utilisés.

Chapitre IV
Implémentation et
réalisation

Introduction

De manière générale, l'utilisation des connaissances en informatique a pour but de ne plus manipuler en aveugle des informations à la machine mais de permettre un dialogue. Pour cela le système doit avoir accès non seulement aux termes utilisés par l'être humain mais également à la sémantique qui leur est associée, afin qu'une communication efficace soit possible.

Dans ce chapitre, nous présentons les différents langages de description et outils de construction d'ontologies, nous révélerons également les différents éléments dont elle est composée et les besoins auxquels elle répond.

IV.1 Etude de Protégé

Protégé est un éditeur d'ontologies hautement extensible, capable de manipuler des formats très divers, c'est aussi une librairie JAVA qui peut être étendue afin de créer des applications à base de connaissance en utilisant un moteur d'inférence pour raisonner et déduire de nouveaux faits. Incluant des plugins pour les langages RDF, DAML+OIL et OWL pour la manipulation d'ontologies dans différents formats, il aide ou permet de construire des ontologies pour le web sémantique.

Protégé permet la création et l'édition des ontologies grâce à ces deux outils distincts :

- **Protégé-Frame** : Permet de créer facilement une interface graphique afin de bien gérer une ontologie, les formulaires se génèrent automatiquement en se basant sur le schéma d'ontologie créé. Il offre également la possibilité de personnaliser l'interface selon les besoins de l'utilisateur.
- **Protégé-Owl** : C'est une extension de protégé qui supporte le langage OWL. Il permet de créer des classes, propriétés, instances grâce aux nombreuses propriétés offertes par OWL. Il est aussi optimale d'interroger un raisonneur afin de contrôler l'intégrité du modèle et de créer un modèle d'inférences.

IV.2 Les moteurs d'inférences

La sémantique formelle du langage OWL permet l'application des méthodes de raisonnement afin d'effectuer des dérivations logiques. Ces dérivations sont effectuées par des moteurs d'inférences ou bien des raisonneurs sémantiques, qui sont des programmes qui permettent de lire des ontologies à partir de fichiers OWL ou bien de serveurs distants. Autrement dit ce sont des systèmes capables de gérer et d'utiliser la sémantique du langage d'ontologies.

Actuellement il existe une multitude de raisonneurs capables de calculer des inférences. Une fois l'ontologie chargée, ces moteurs effectuent les inférences sur la ABOX et la TBOX. A l'heure actuelle Pellet et Racer sont les deux seuls moteurs qui permettent ce raisonnement, ils exploitent surtout des ontologies possédant un niveau d'expressivité en logique de description.

IV.2.1 Racer

Racer [R.Moller & M.Wessel, 01] est l'un des moteurs les plus connus et le plus utilisé grâce à ces performances et sa stabilité. Racer travaille sur les ontologies décrites par son langage mais celles aussi décrites par RDF ou OWL. Ce raisonneur possède également un langage de requête nRQL (new Racepro query language) pour interroger les ontologies sur la ABOX et la TBOX. Racer se présente sous la forme d'un serveur qui peut être accédé par le protocole TCP ou http. Voici un tableau résumant les avantages et inconvénients du moteur d'inférence Racer :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation disponible provenant des utilisateurs et concepteurs. - Racer permet l'ajout d'assertions et d'individus dans la ABOX après le chargement de l'ontologie. - Racer permet l'utilisation des règles SWRL. 	<ul style="list-style-type: none"> - Il ne permet pas l'utilisation de type de données utilisateur, car il possède ces propres types de données et il effectue une conversion avec les types de base. - Pas de valeurs multiples pour un datatype property, car il suppose que toutes les propriétés sur les datatypes sont fonctionnelles. - Il n'existe pas de version libre d'utilisation, produit commercial.

IV.2.2 Pellet

Le moteur Pellet [E.Sirin & B.Parsia, 05] est l'un des projets d'un groupe de recherche sur le web sémantique de l'université du Maryland, disponible en Open-Source et offre des évolutions fréquentes. Pellet travaille sur des ontologies décrites en RDF ou OWL et permet les requêtes avec RDQL et SPARQL sur la ABOX et la TBOX.

Voici un tableau résumant les avantages et inconvénients du moteur d'inférence Pellet :

Avantages	Inconvénients
-Pellet permet l'utilisation des types donnés utilisateur.	-Il possède une documentation pauvre en comparaison de celle de Racer.
-Pellet est Open-Source et développé en Java.	-Il ne permet pas l'utilisation de règles SWRL.
-Pellet est un raisonneur OWL DL complet.	-Il n'offre pas de système de souscription à un concept.

Le moteur d'inférence Pellet utilise deux langages d'interrogation de requêtes qui sont RDQL et SPARQL, quant à Racer il utilise son propre langage de requêtes qui est nRQL. Dans ce qui suit nous allons aborder ces trois langages d'interrogation d'ontologies.

IV.3 Les langages d'interrogation

L'utilisation des ontologies permet de définir des types d'interrogation qui s'appuie sur les langages du web sémantique, ou plusieurs moteurs d'inférence sont intégrés au système pour interroger la base de connaissances. Racer et Pellet sont des exemples de moteurs d'inférence reposant sur la logique de description ; Plusieurs langages d'interrogation ont été définis afin d'interroger ces moteurs. Ces derniers fournissent des mécanismes permettant d'exprimer des requêtes complexes. En effet il existe trois langages d'interrogation RDQL, SPARQL, nRQL qui se basent sur la reconnaissance des graphes RDF. Pellet utilise RDQL et SPARQL comme langage d'interrogation, et Racer utilise nRQL.

a) nRQL (new Racepro Query Language)

nRQL [V.Haarslev & M.Wessel, 04] est un langage d'interrogation de Racer, comme RDQL et SPARQL, nRQL est basé sur la recherche de graphes RDF, sa syntaxe est proche des deux autres, sauf sa notation préfixée des opérateurs. Nous allons présenter quelques exemples de requêtes nRQL :

- Pour savoir si un concept contient des individus ou non :

(Retrieve () (? x |Concept|))

Si le concept contient des individus alors le résultat retourné est T (True) sinon le résultat retourne NIL.

- Pour avoir toutes les instances d'un concept :

(Retrieve (? x) (? x |Concept|))

- Vérifier l'appartenance d'un individu à un concept :

(Retrieve () (|individu| |Concept|))

Si l'individu appartient au concept, le résultat retourné est T (True) sinon NIL.

b) RDQL (RDF Data Query Language)

RDQL [10] est un langage d'interrogation RDF, qui possède une syntaxe proche de SQL (Structured Query Language) utilisant les classes SELECT, WHERE, USING. RDQL est destiné à être utilisé dans des scripts et pour les expériences au niveau des langages de modélisation.

Exemple d'une requête RDQL :

```
SELECT *  
WHERE (? x ?y ?z).
```

c) SPARQL

SPARQL est un langage de requête qui peut être utilisé pour exprimer des interrogations à travers diverses sources de données, les résultats d'interrogation peuvent être des ensembles de résultats ou bien des graphes RDF. Car il est capable de rechercher des motifs de graphes ainsi que leur conjonction et leur disjonction.

Une requête SPARQL est présentée sous la forme de sujet-prédicat-objet comme suit :

```
SELECT ?sujet ?propriété ?valeur  
WHERE  
{ ?Sujet ?propriété ?valeur }
```

IV.4 Les Logiques de description

Les logiques de description (LDS) sont un formalisme reposant sur la logique des prédicats, c'est une extension des frames et des réseaux sémantiques qui ne possédaient pas de sémantique formelle basée sur la logique. La logique de description est une famille de langages de représentation des connaissances qui peuvent être utilisées pour représenter la connaissance terminologique d'un domaine d'application d'une manière formelle et structurée.

Une LD est composée de deux parties : un langage assertionnel (ABox) et un langage

Terminologique(TBox).

- **Le niveau terminologique(TBox) :** Décrit les connaissances générales d'un domaine, autrement dit elle comprend la définition des concepts et des rôles.
- **Le niveau assertionnel(ABox) :** représente une instanciation spécifique, elle décrit les individus en les nommant et en spécifiant en termes de concepts et de rôles. Des assertions qui portent sur ces individus nommés.

IV.5. Implémentation de l'ontologie

Pour l'implémentation de l'ontologie, nous utiliserons l'éditeur protégé 4.3, cette implémentation se fait de la manière suivante :

- **Les concepts Héritant de Thing et les relations qui existent entre eux.**

Ces concepts sont obtenus précédemment qui sont : Donnée, Processus, Tâche, Rôle. La figure ci-dessous donne un aperçu de protégé et les concepts héritant de Thing.

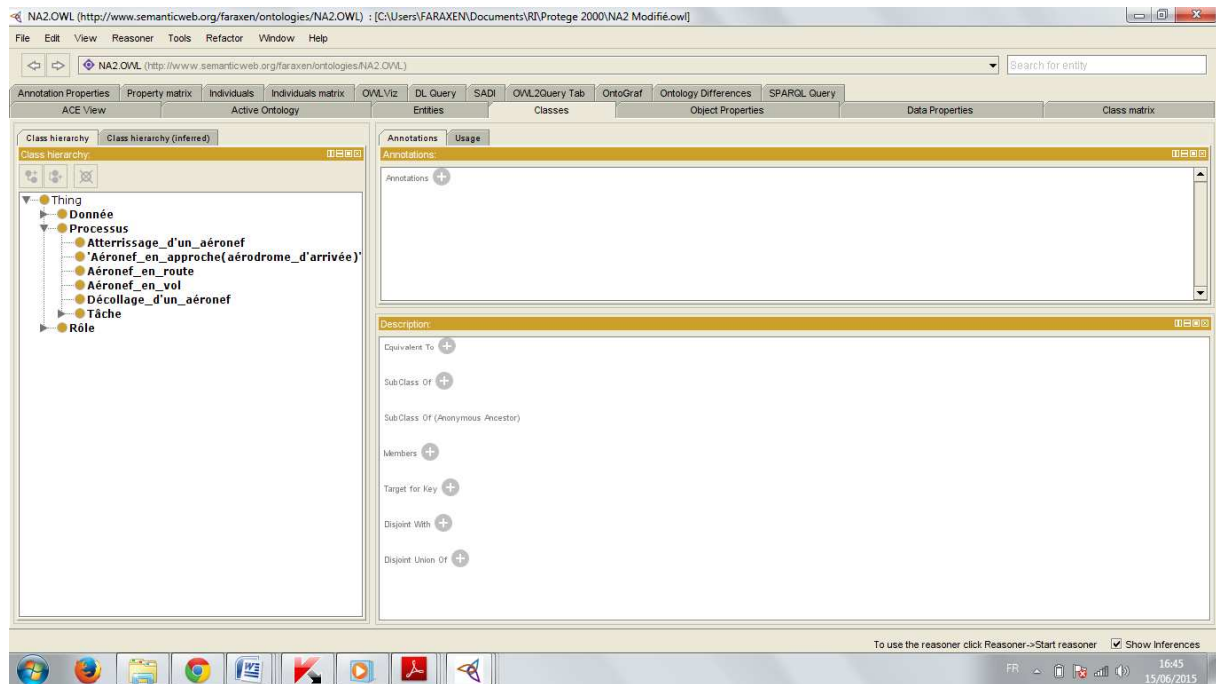


Fig.4.1 Concepts héritant de la classe thing

Après la représentation de ces principaux concepts, nous passons à leurs hiérarchies. Chaque concept est relié à ses concepts père en utilisant la relation de subsomption « is-a ». Les figures ci-dessous nous montrent la hiérarchie de chaque concept de l'ontologie.

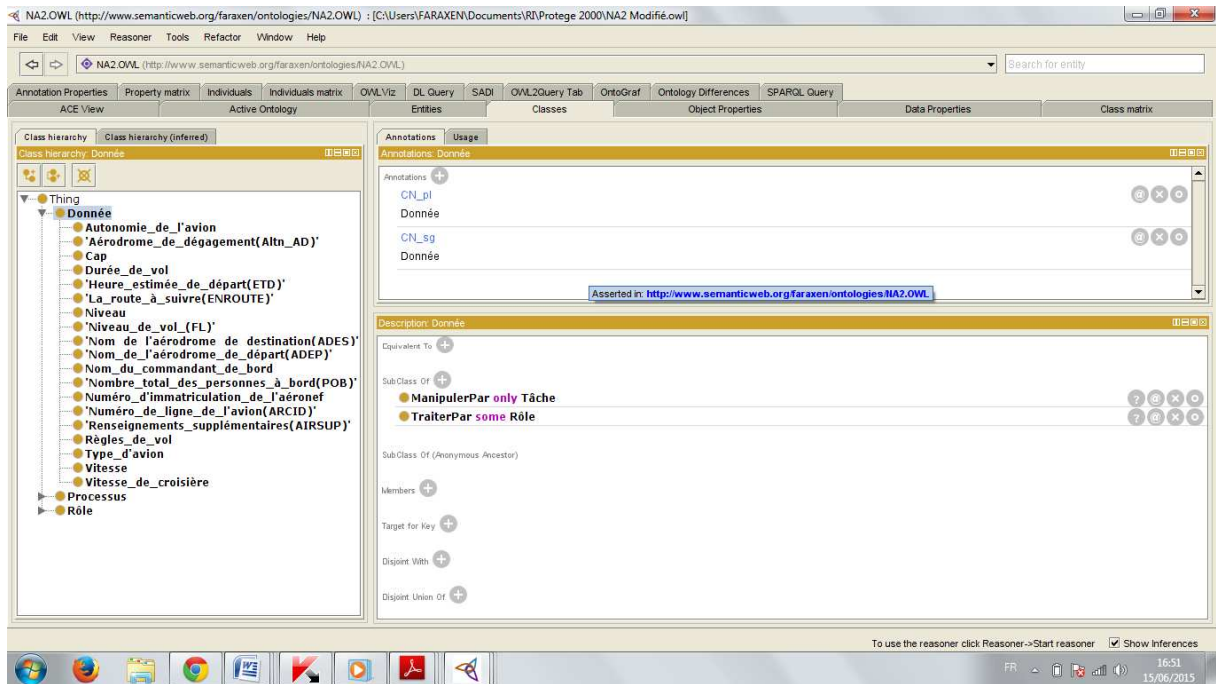


Fig.4.2 Hiérarchie de concept Donnée

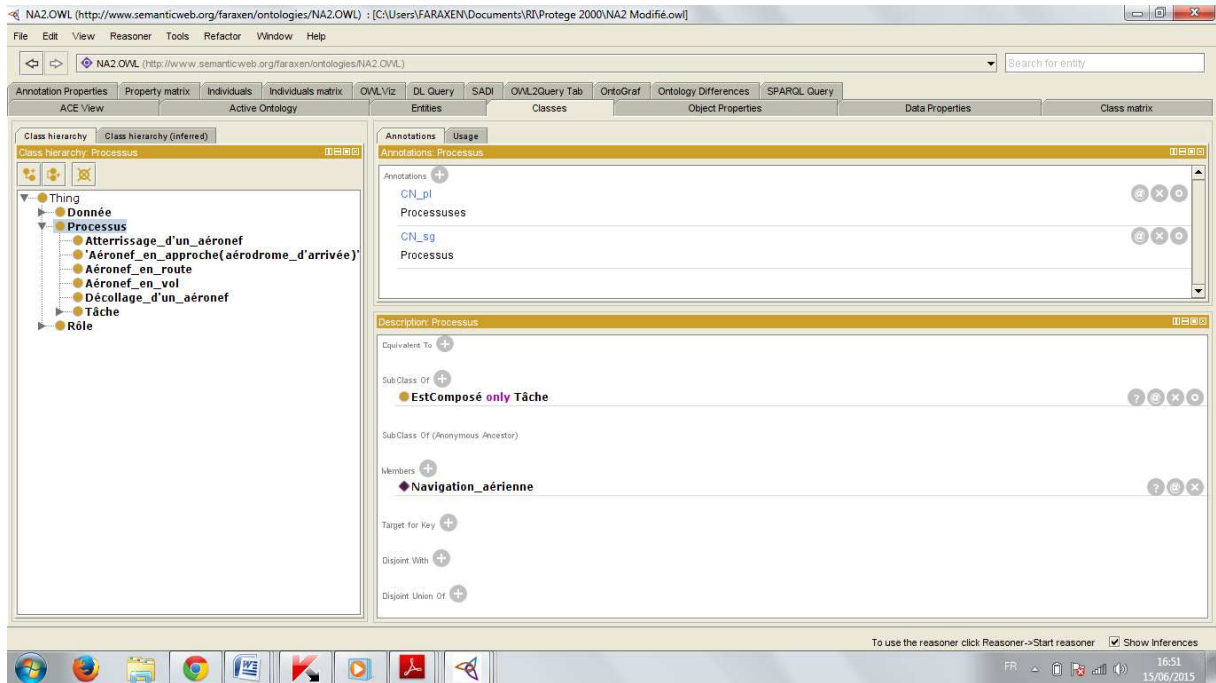


Fig.4.3 Hiérarchie de concept Processus

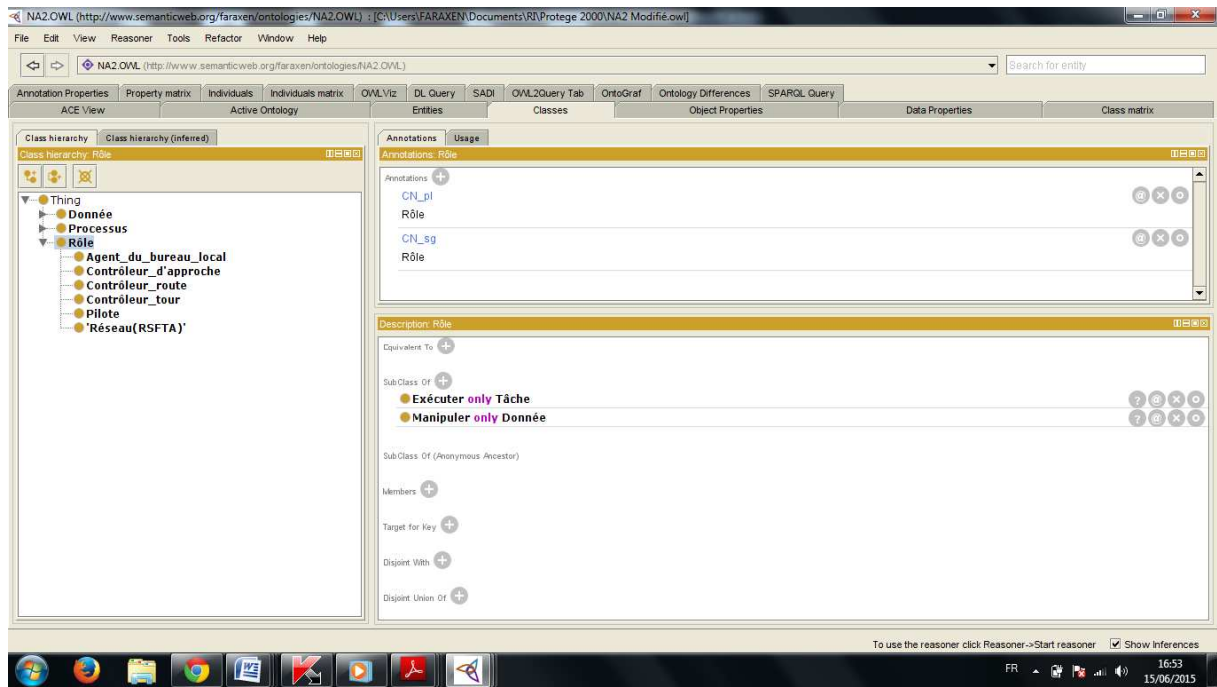


Fig.4.4 Hiérarchie de concept Rôle

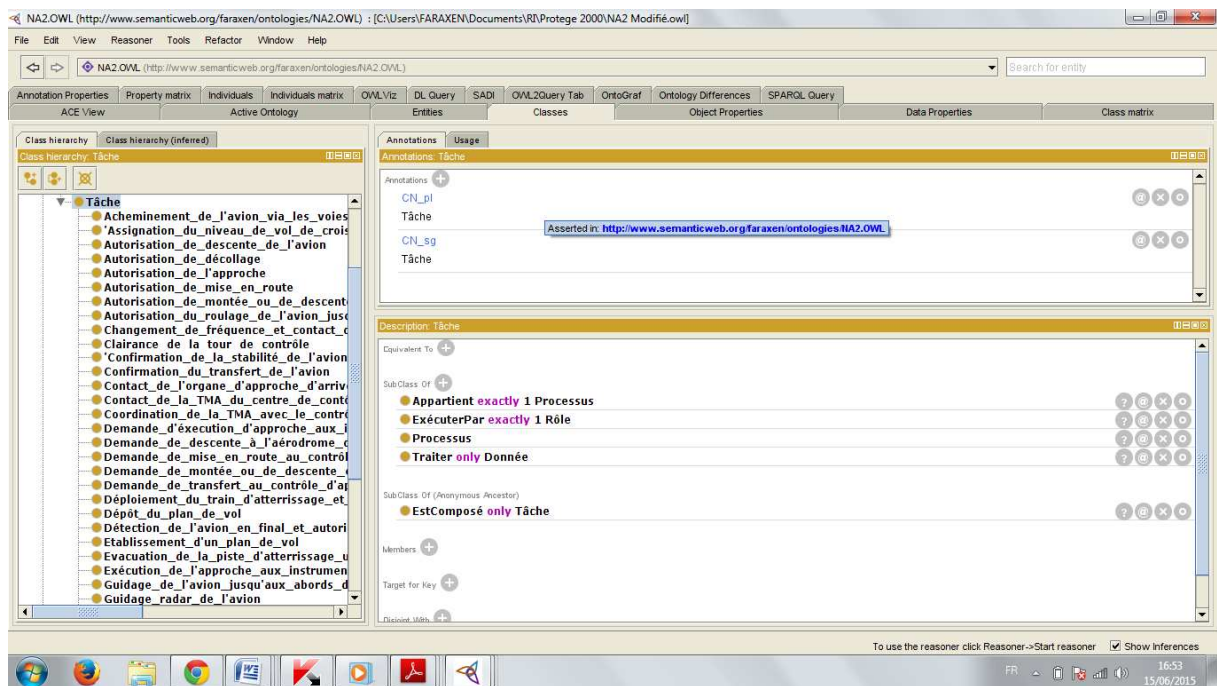


Fig.4.5 Hiérarchie de concept Tâche

➤ **Définition des relations binaires qui vont relier les concepts entre eux.**

Les relations constituent un des éléments les plus importants dans une ontologie, nous allons à présent implémenter les relations. Dans protégé, les relations binaires peuvent être définies en tant que ObjectProperty. Leur définition se fait en spécifiant le domaine « Domain » qui contient le concept source de la relation, et le domaine « Range » qui contient le concept destination de la relation.

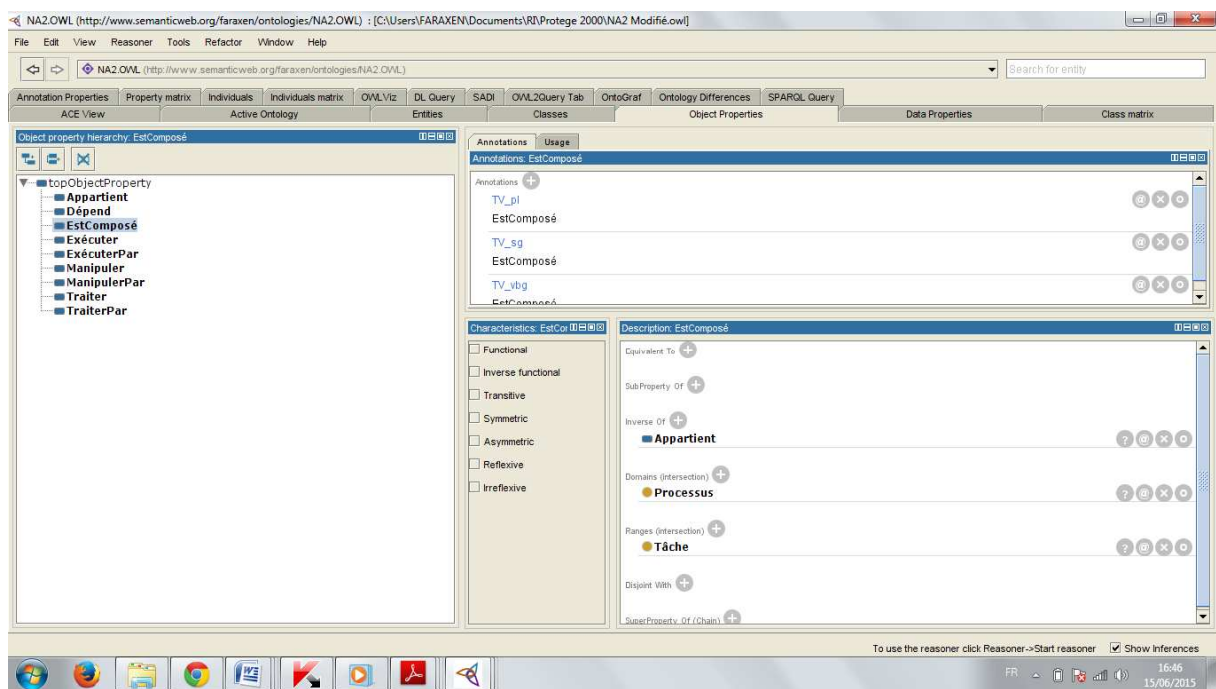


Fig.4.6 Relations binaires entre les concepts

➤ **Restrictions sur les relations**

Pour avoir une ontologie consistante. Il est nécessaire d'utiliser les restrictions sur les relations reliant les concepts. Cela permet d'effectuer des raisonnements sur le niveau terminologique TBox. Comme montré dans la figure ci-dessous.

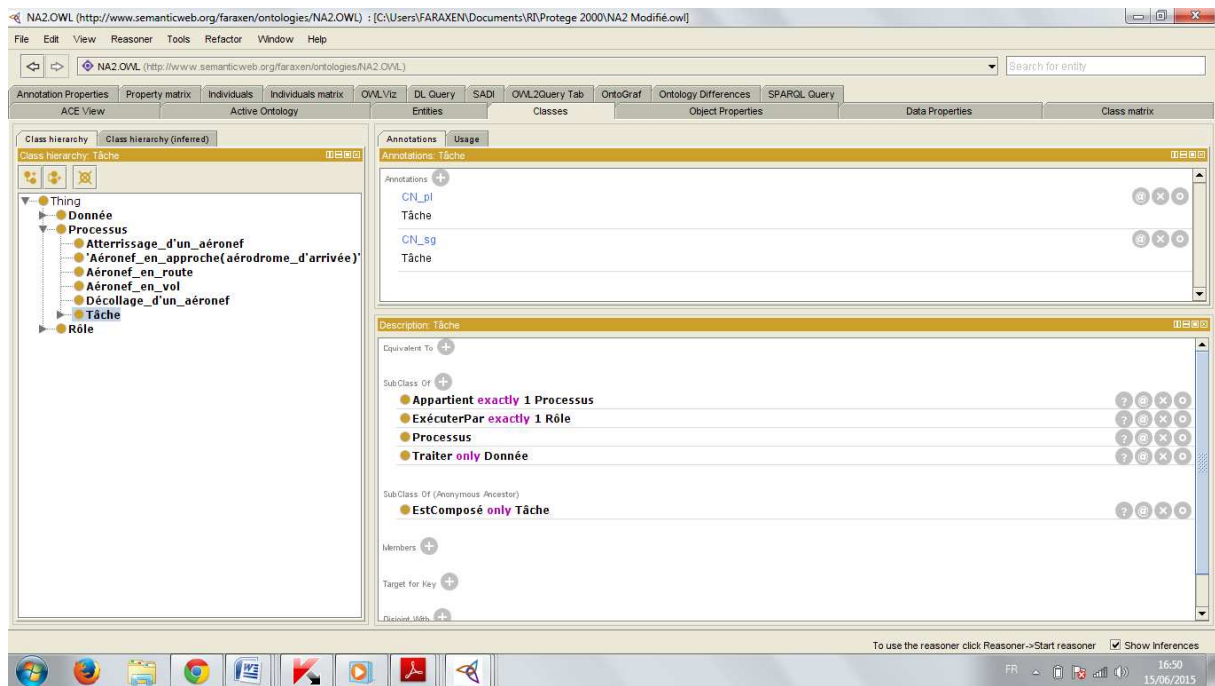


Fig.4.7 Définition des restrictions sur les relations

IV.6. Visualisation de l'ontologie

Nous pouvons visualiser l'ontologie en utilisant deux outils : OWLViz et OntoGraf

➤ Visualisation de l'ontologie en utilisant OntoGraf :

OntoGraf fournit un schéma d'une partie de l'ontologie. Nous montrons un extrait de l'ontologie visualisé avec OntoGraf.

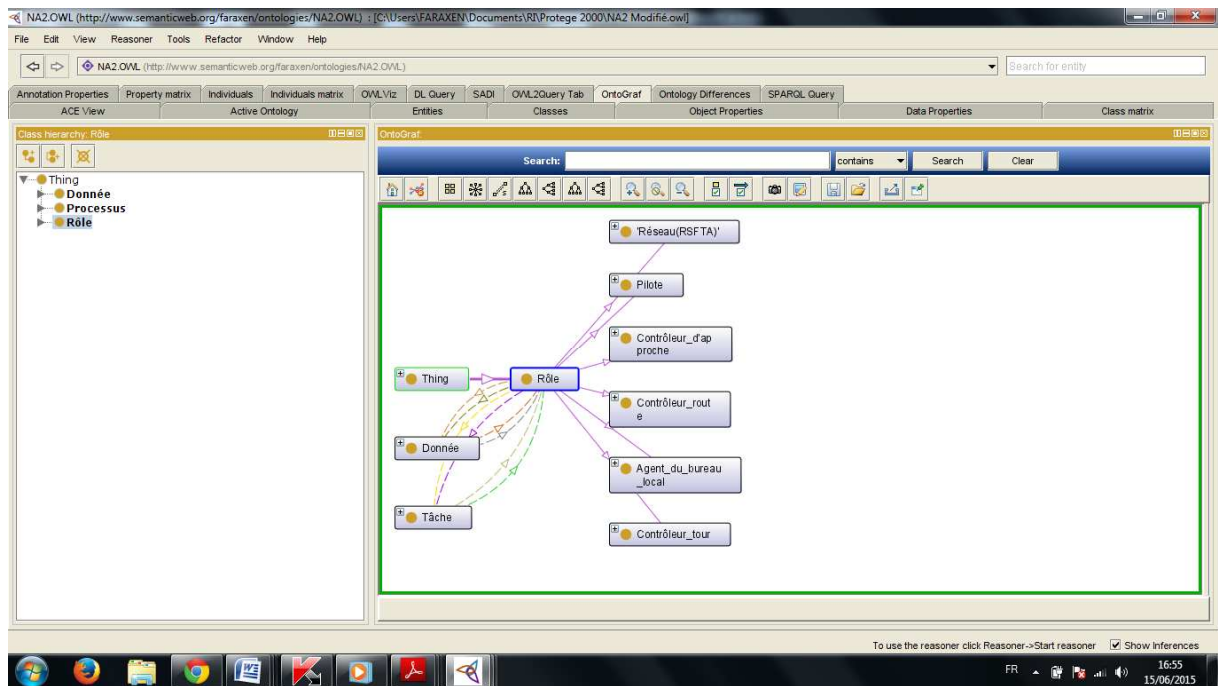


Fig.4.8 Visualisation d'un extrait de l'ontologie avec OntoGraf

➤ **Visualisation de l'ontologie en utilisant OWLViz :**

OWLViz fournit un schéma représentant l'ontologie complète ou d'une partie. Ce schéma est un arbre qui a comme nœud père « Thing » et comme nœuds fils les concepts principaux. Puis pour chaque concept, une hiérarchie lui sera reliée. Les figures ci-dessous montrent la visualisation de l'ontologie en utilisant OWLViz.

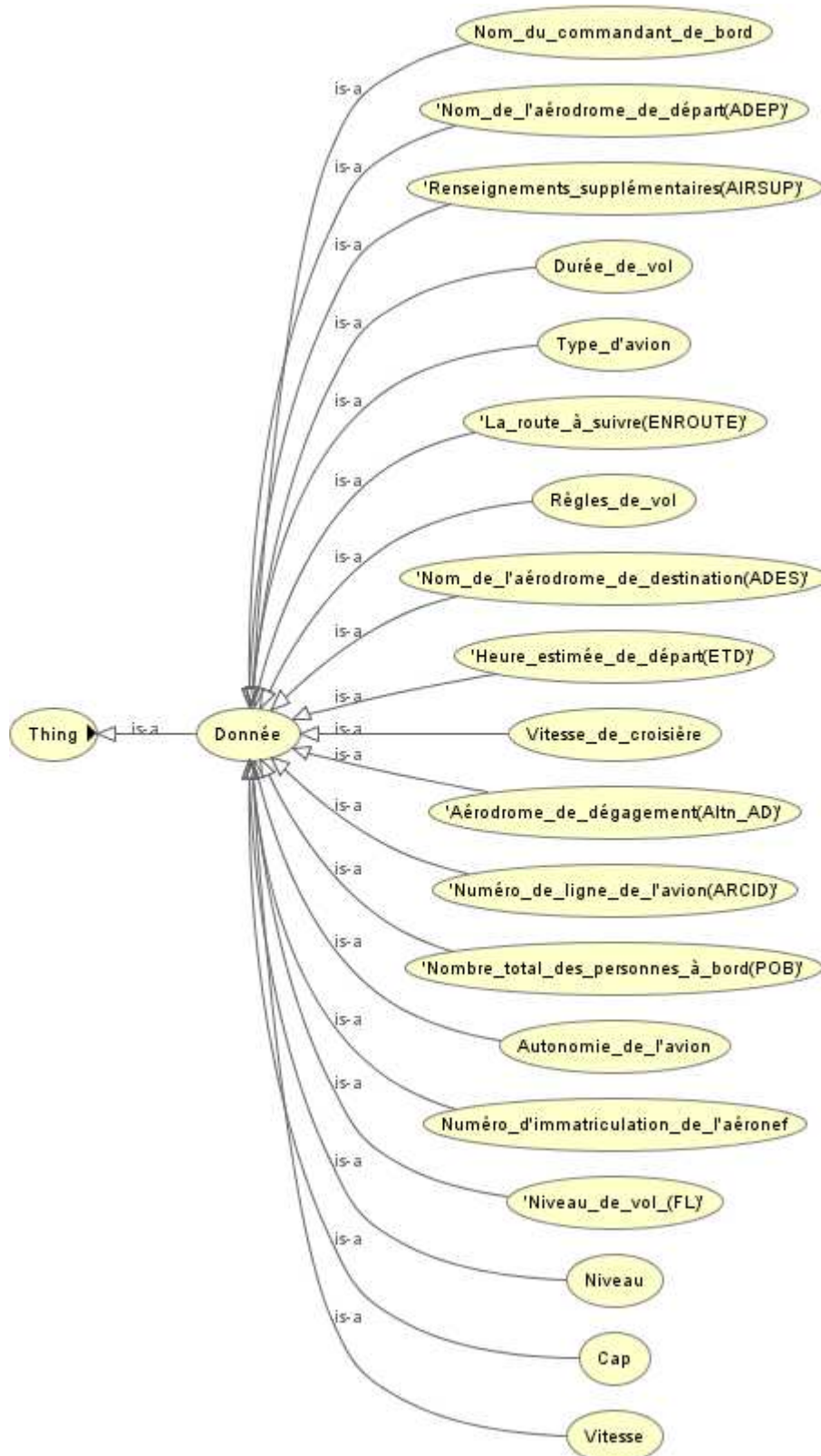


Fig .4.9 Visualisation de la partie donnée de l'ontologie avec OWLViz

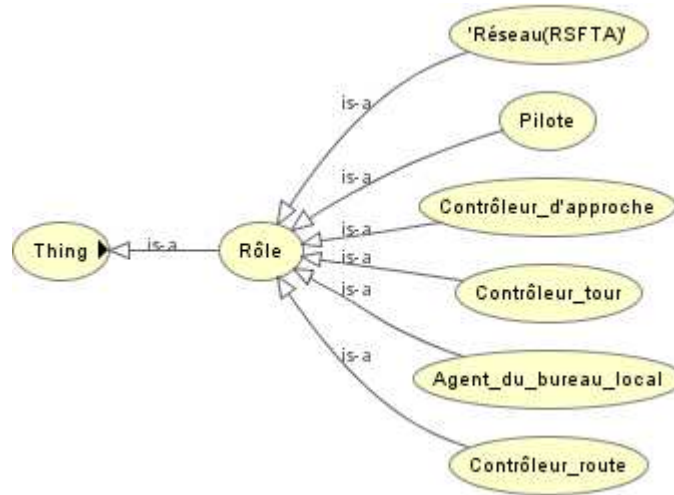
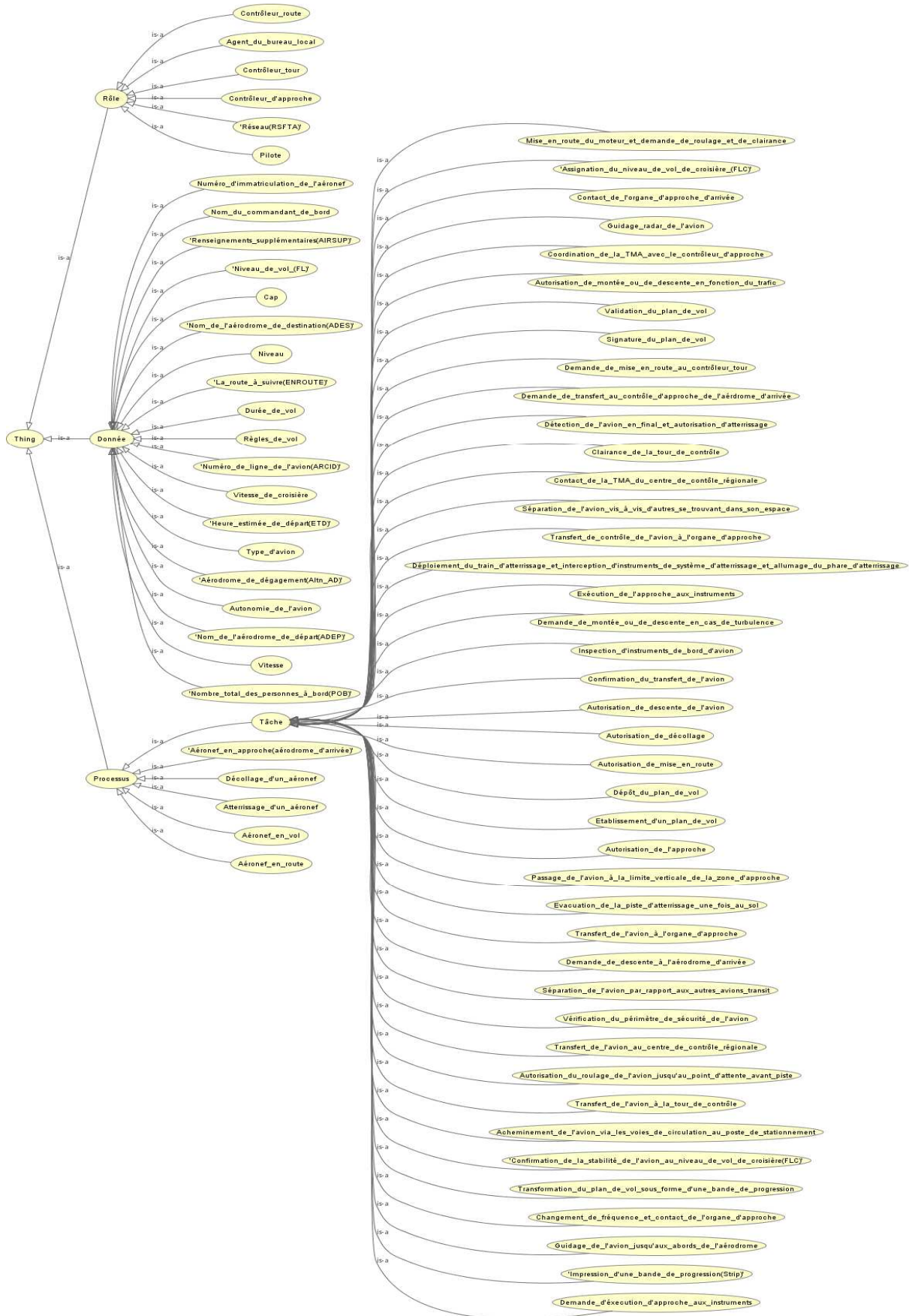


Fig .4.10 Visualisation de la partie rôle de l'ontologie avec OWLViz



IV.7. Test de la consistance de l'ontologie

Une fois l'implémentation faite, il est important de la tester et de vérifier qu'il ne contient pas d'erreur. Pour vérifier la consistance de l'ontologie, nous utiliserons le raisonneur Pellet inclut dans Protégé 4.3. Son utilisation se fait à partir de l'interface protégé en cliquant sur l'icône « Reasoner » puis « Start reasoner » comme nous le montrons sur les figures ci-dessous :

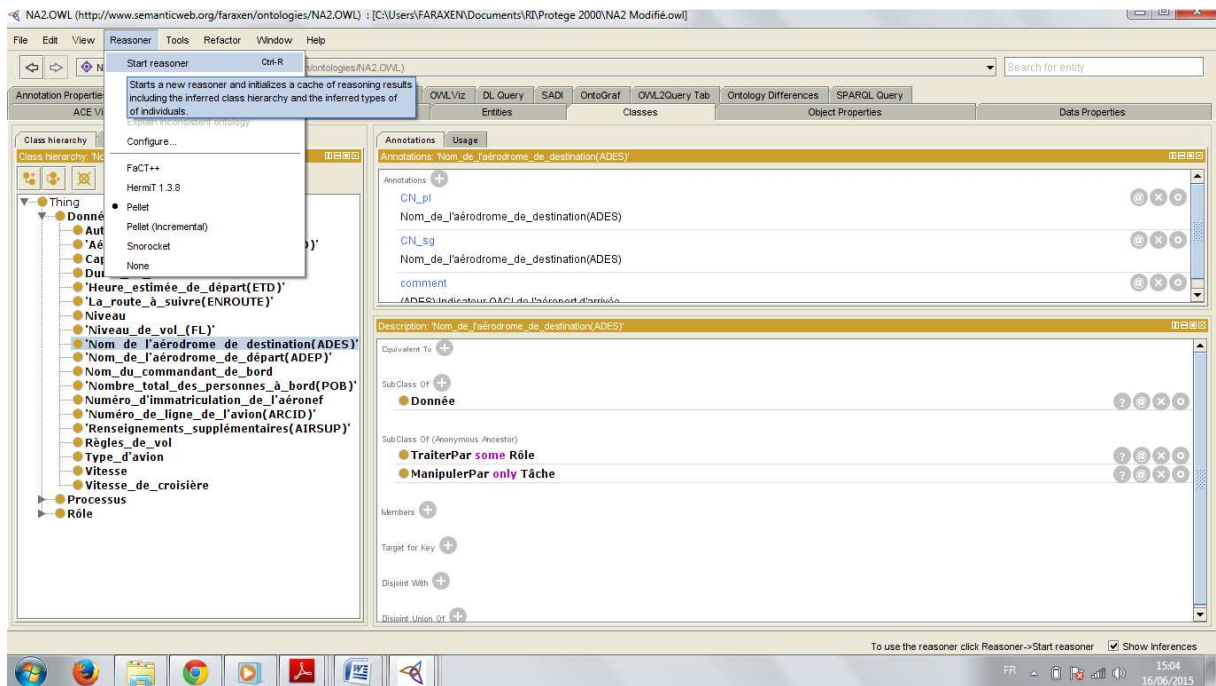


Fig .4.12 Lancement du raisonneur Pellet

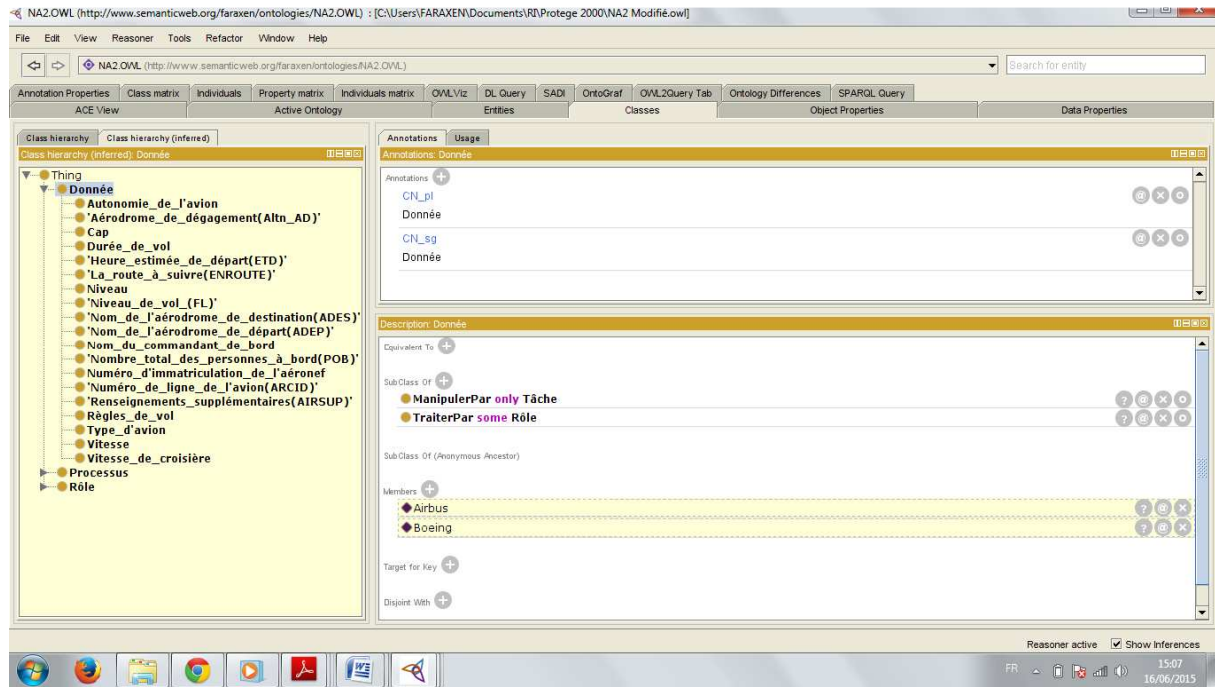


Fig. 4.13 Résultat du test de consistance effectué avec le raisonneur Pellet

IV.8. Interrogation de l'ontologie

Nous pourrions éventuellement tester la consistance de notre ontologie en utilisant des requêtes qui sont exécutées par le langage SPARQL, dans ce qui suit nous allons présenter quelques unes :

Requête 1 : Cette requête permet de récupérer tous les concepts qui sont reliés par la relation « SubClassOf », la relation d'héritage.

```
SELECT ?subject ?object
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?object }
```

Le résultat de la requête sera montré ci-dessous:

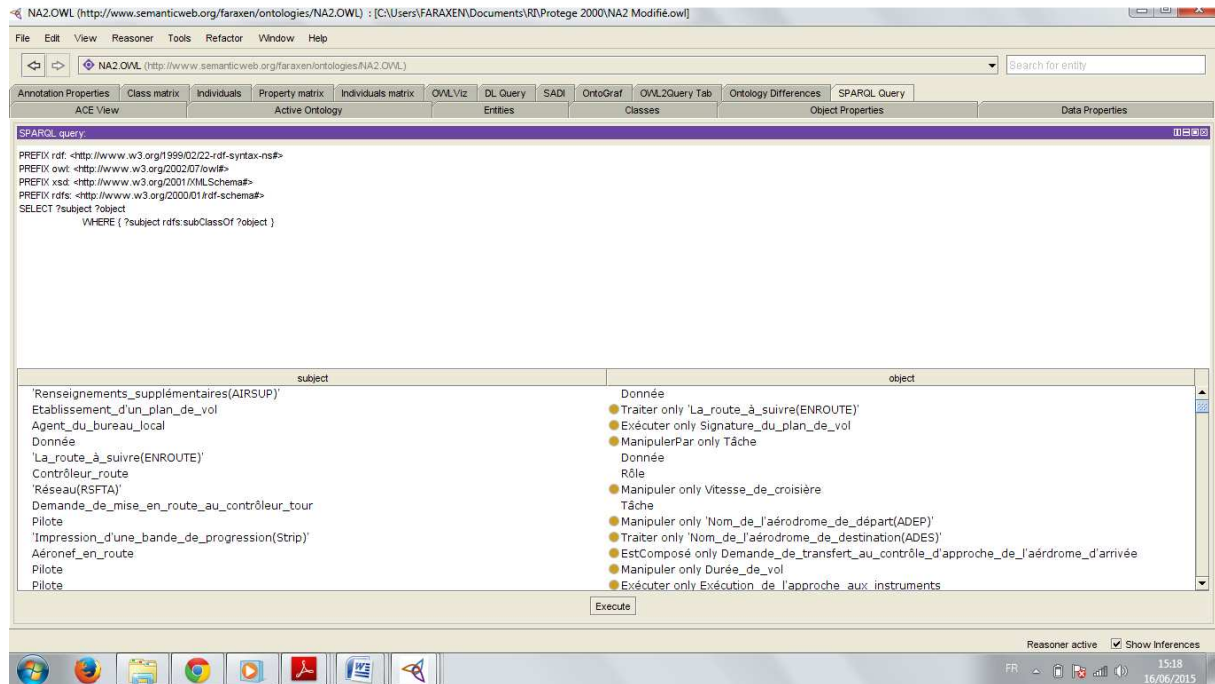


Fig .4.14 Exécution de la Requête1 SPARQL sur protégé

Requête 2 : cette requête précise quelles sont les classes, les relations et les attributs.

SELECT ?subject ? Object
WHERE { ?subject rdf: type ? Object }

Le résultat de la requête sera montré ci-dessous :

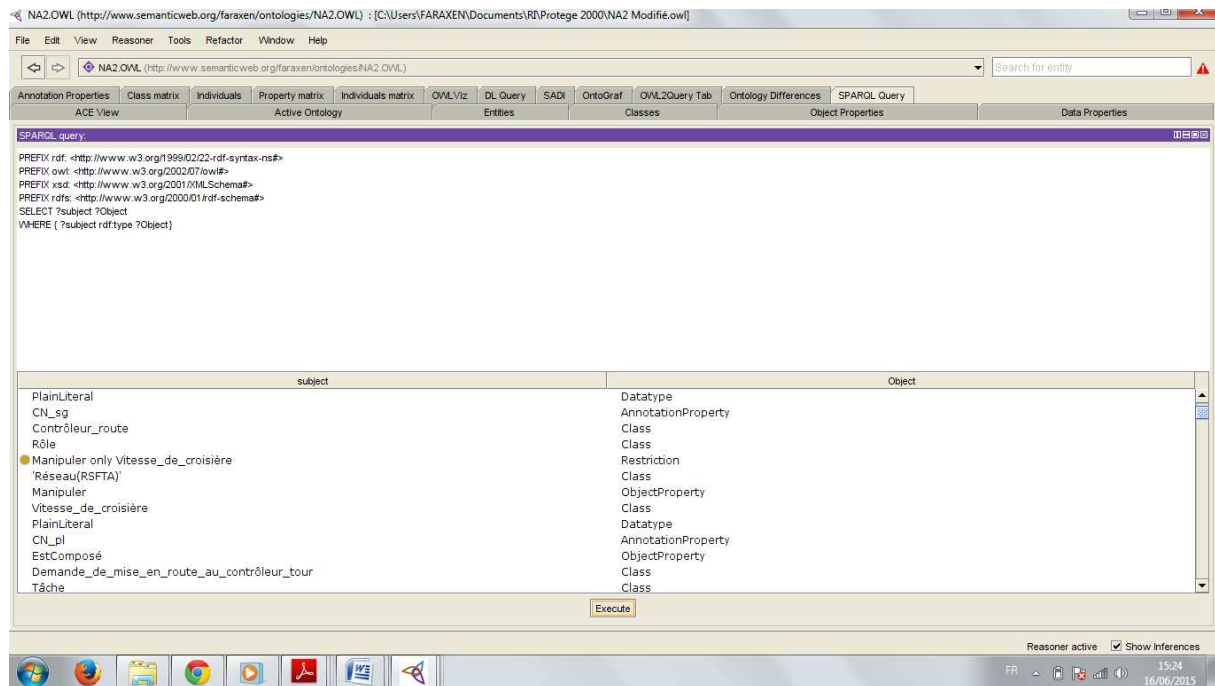


Fig .4.15 Exécution de la Requête2 SPARQL sur protégé

Requête 3: cette requête permet de récupérer toutes les classes de notre ontologie

SELECT DISTINCT? Classe

WHERE {? Classe rdf:type owl: Class}

Le Résultat de la requête sera montré ci-dessous :

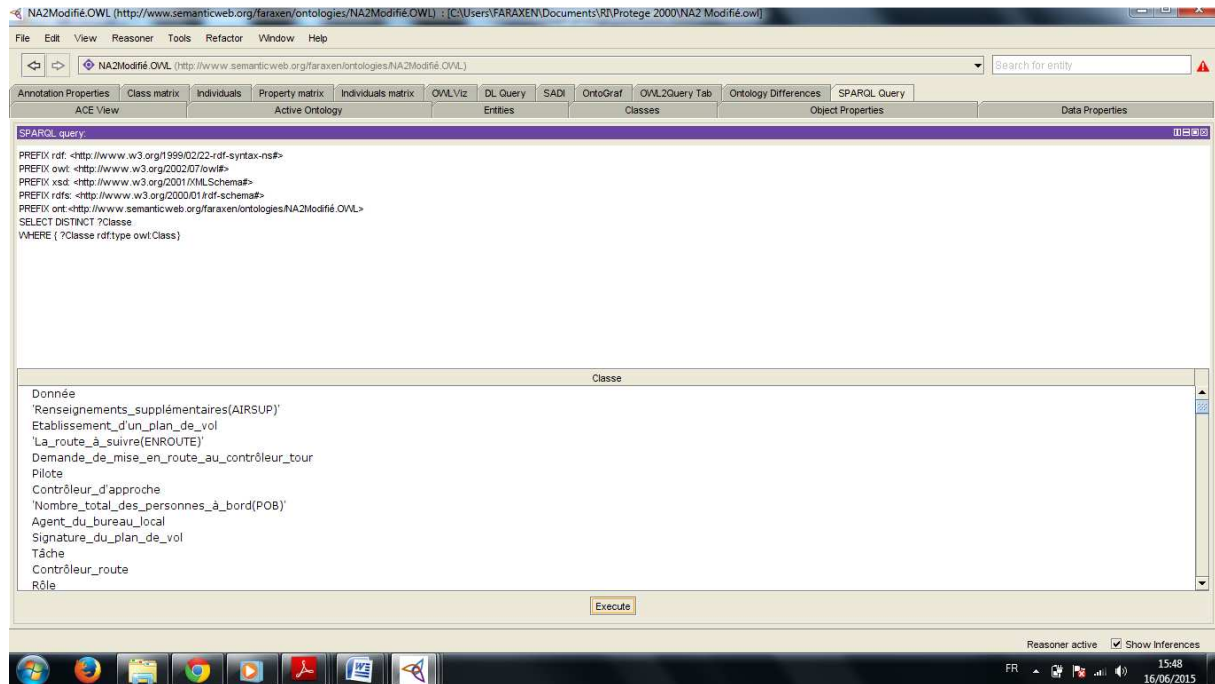


Fig .4.16 Exécution de la Requête3 SPARQL sur protégé

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté en détail l'implémentation de notre ontologie, dans un premier temps nous avons proposé un méta modèle qui est un ensemble de concepts et de liens entre ces concepts qui décrivent un processus métier de n'importe qu'elle organisation ; Dans le but d'analyser le processus pour détecter d'éventuelles anomalies. Ceci nous a permis de construire une ontologie de domaine pour l'analyse d'un processus métier.

A la fin de notre travail, nous avons obtenu une ontologie consistante et nous l'avons testé en inférant de nouvelles connaissances et en l'interrogeant. L'ontologie que nous avons développé peut être à présent exploitée et peut être enrichie avec des nouveaux concepts ou fusionnée avec d'autres ontologies.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressés à la modélisation des processus en utilisant des ontologies, et ce particulièrement dans le domaine des entreprises notamment la navigation aérienne.

La modélisation du système d'information nous permet de faire face aux différents défis qui peuvent être relevés dans le marché moderne.

Ainsi pour répondre au problème de modélisation de n'importe quel processus d'une manière efficace et exhaustive ; on s'est basé sur le concept d'ontologie.

De ce fait pour éviter toute confusion ou erreur lors de la modélisation des processus il est vital de les analyser afin de détecter les anomalies à une approche précoce dans le processus de développement de l'application. Cela nous a incités à proposer une ontologie de concepts. Ces concepts couvrent les visées organisationnelle, fonctionnelle, intentionnelle, informationnelle. Ce méta-modèle nous a amené à spécifier, recenser les inefficacités et a y remédier aussitôt. Ce qui nous a permis de construire une ontologie qui a pu répondre à nos questions. Celle-ci va permettre de supprimer tout équivoque et ainsi permettre aux analystes, aux concepteurs, et aux experts d'utiliser et de réutiliser toute forme de connaissance : ceci dans le but d'analyser le modèle de processus afin d'obtenir un processus sans aucune anomalie (normatif).

Enfin Le méta-modèle par [G.Sini, 13] nous a permis de décrire notre processus d'une manière exhaustive, son implémentation correspond alors à un processus particulier dans une organisation ce qui facilite alors le recueil d'information concernant un système organisationnel.

L'ère de vie de l'ontologie n'est nullement suivie entièrement ; le plus important et que nous avons pu réaliser réellement la formalisation de l'ontologie.

Nous pensons travailler sur quelques perspectives :

- Confronter l'ontologie à divers exemples afin d'assurer la pertinence.
- Exploiter l'ontologie dans une base de connaissance pour aider les experts dans la prise de décision.
- Etendre l'ontologie de domaine par l'ajout des nouveaux concepts, et pour faire une ontologie de domaine d'aéronautique.
- Tester encore le raisonnement, aux limites du langage OWL et du raisonneur Pellet.

Bibliographie

Références bibliographiques

- [**A.Benchikh & D.Rieu**] Une méthode de rétro-ingénierie des processus métier basée sur un méta-modèle multi-vues
- [**A.Napoli, 97**] A. Napoli. Une introduction aux logiques de description, technical report, INRIA, 1997.
- [**Agostini & al, 98**] Agostini.A, Jarke, Pohl K, a three-Faceted view of information systems: the challenge of change, December 1998.
- [**Borst, 97**] Borst W. N. Construction of Engineering Ontologies. Center for Telematica and Information Technology, University of Tweenty, Enschede, NL. (1997).
- [**Briand & al, 86**] Briand, h.Grampes, J.B Ducteau. « Les systèmes analyse et conception ».Galasci. Dunod info, 1986.
- [**Bouchy, 94**] S.Bouchy . « L'ingénierie des systèmes d'information évolutifs ». Eyrolles, 1994.
- [**Bigand, 06**] Michel Bigand, Conception des systèmes d'information : modélisation des données. Etudes de cas. Editions *TECHNIP*, 2006.
- [**Castellani, 87**] Castellani, macro-analyse étude préalable et analyse conceptuelle des systèmes d'information. Edition Masson, 1987.
- [**D.Gaye, 00**] Gaye.D. Architecture et évolution du système d'information, thèse professionnelle master *MSIT*, 2000.
- [**E.Sirin & B.Parsia, 05**] E. Sirin, B. Parsia, B.C. Grau, A. Kalyanpur and Y. Katz, Pellet: A Practical OWL-DL Reasoner, University of Maryland, 2005.
- [**Farquhar & Fikes, 96**] Farquhar (A.), Fikes (R.), Rice (J.),1996: «The Ontolingua Server: A Tool for Collaborative Ontology Construction», Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge- Based Systems Workshop, Banff, Alberta, Canada, p. 44.1-44.19, 1996.
- [**Fernandez-Lopez, 99**] Fernandez-Lopez, M., Gomez-Pérez, A., Pazos-Sierra, J. & Pazos-Sierra, A. Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment. IEEE Intelligent Systems, January/February, pp. 37-46. (1999)
- [**Frendi M, 13**] Frendi mohammed , thèse de MAGISTER, Modélisation des systèmes d'information, université d'oran, 2013
- [**Gomez-Perez, 99a**] Gomez-Perez, Ontological Engineering: A state of the art. Expert, 1999.
- [**Gomez-Perez, 99b**] Gomez-Perez, Tutorial on ontological Engineering, Paper presented at the proc, 1999.
- [**G.Falquet ,01**] G. Falquet & C.L. Mottaz-Jiang, "Navigation hypertexte dans une ontologie multipoints de vue", NîmesTIC' . 2001.
- [**Guarino, 97a**] Guarino N. Some organizing principles for a unified top-level ontology. *AAAI Spring Symposium on Ontological Engineering*, 57-63. (1997a).

[Guarino97b] Guarino N. (1997b). Understanding, building and using ontologies. *International J. Human-Computer Studies*, 46, 293-310, (1997b).

[G.Sini, 13] Ghenima Sini, methodes et outils pour la gestion des workflow-modélisation ontologique des processus pour l'ontologie. Thèse de doctorat, 2013.

[G.jean, 00] Jean G, Urbanisation du business et des SI, Hermès, Paris, 1^{ère} édition, 2000.

[I.Wattiau, 09] Isabelle Wattiau, qualités des systèmes d'information, septembre 2009.

[Le Moingne, 99] Le Moingne J.L, La modélisation des systèmes complexes, Dunod, 1999.

[M.Erdmann & Y.Sure]: SURE Y., ERDMANN M., ANGELE J., STAAB S., STUDER R. & WENKE D. (2002). OntoEdit: Collaborative Ontology Engineering for the Semantic Web.

[M.gruninger & M.fox, 95] Grüninger, M. & Fox, M.S. Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies. Proceedings of the IJCAI-95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, 1995.

[M.uschold & M.gruninger, 96b] Uschold M. ET Grüninger M. "Ontologies: Principles, Methods and Applications". (1996b).

[M.uschold & M.king, 95] Uschold, M. & King, M. Towards a Methodology for Building Ontologies. Proceedings of the IJCAI-95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. (1995)

[Morley & al, 05] Morley, Chantal, Jean Huges, Bernard Leblanc et Olivier Huges. Processus métier et système d'information: Evaluation, modélisation et mise en œuvre. Dunod 24mars2005.

[O'Bri, 97] James O'Brien, Guy Marion. Les systèmes d'information de gestion. Editions Boeck Supérieur, 1997.

[Psyché, Mendes & Bourdeau, 04] Valéry PSYCHÉ, Olavo MENDES, Jacqueline BOURDEAU, Apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance, 2004.

[R.Moller & M.Wessel, 01] V. Haarslev, R. Moller and M. Wessel, RACER User's Guide and Reference Manual, University of Hamburg, Computer Science Department, 2001.

[Reix, 04] R.Reix. Systèmes d'information et management des organisations, Vuibert, Paris, 3^{ème} édition, 2000.

[S.Bouchy, 94] S.Bouchy. l'ingénierie des systèmes d'information évolutifs. Eyrolles, 1994.

[Thomas R. Gruber, 93] Thomas R. Gruber, "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications", 1993.

[Tom Gruber, 09] Tom Gruber dans *l'Encyclopédie des systèmes de base de données*, Ling Liu et M. Tamer Ozsu (Eds.), Springer-Verlag, 2009.

[Uschold & al, 95] USCHOLD M. & KING M, “Towards a methontology for building ontologies”, in Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCA '95, 1995.

[V.Haarslev & M.Wessel, 04] Volker Haarslev, Ralf Moller, Michael Wessel, Quering the semantic web with Racer and nRQL, 2004.

[Vidal, 09] Vidal M. –le pilotage du système d’information, séminaire 2000 du club des maitres d’ouvrage des systems d’information, mai 2000.

Sites WEB Visités:

[01] : <http://www.lehtml.com/xml/syntaxe.html>

[02]: http://www.w3schools.com/webservices/ws_rdf_intro

[03]: http://www.w3schools.com/webservices/ws_rdf_schema

[04]: <http://www.w3.org/2004/OWL/>

[05]: <http://www.w3.org/2004/Daml-Oil/>

[06]: <http://www-ksl-svc.stanford.edu/software/ontolingua/>

[07]: <http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/>

[08]: <http://smi-web.stanford.edu/projects/prot-nt/>

[09]: Publication <<Fabien Gandon>> 22/05/2006

[10]: <http://jena.sourceforge.net/tutorial/RDQL/>