



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Mohamed Khider – BISKRA
Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'informatique

N° d'ordre :/M2/2020

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de master académique en

Informatique

Parcours : **SIOD**

Recherche d'information dans les systèmes d'informations géographiques hétérogènes à base d'agents ontologique.

Par :

FOUIL Saadia

Soutenu le Octobre 2020, devant le jury composé de :

Dr	Grade	Président
Dr BENDAHDJANE Toufik	Grade	Rapporteur
Dr	Grade	Examineur

Remerciements

Je remercie tout d'abord le bon DIEU, le tout puissant de m'avoir armé de force et de courage pour mener à terme ce projet.

Mes sentiments chaleureux de gratitude s'adressent à Mr. BENDAHMANE Toufik, Professeur à l'université de Biskra, qui à encadrer et diriger ce mémoire. Je le remercie particulièrement ses conseils fructueux et pour son aide précieuse qui ma conduit à concrétiser ce travail.

Je tiens à remercier sincèrement Mr. BABAHENINI M.C., Professeur, et directeur à l'université de Biskra, pour ces conseils, ça sagesse, et son paissance.

Mes respectueux remerciements sont dédiés aux membres de jury.

Je tiens à remercier sincèrement Mr. REZEG Khaled, Professeur à l'université de Biskra, pour ces conseils et son encouragement.

Cette mémoire doit beaucoup aux nombreuses personnes qui m'ont encouragé, soutenu et conforté au long de toutes ces années. Qu'elles trouvent dans ce travail l'expression de mes plus sincères remerciements.

Dédicaces

C'est grâce à ALLAH seul que j'ai pu achever ce travail

Je le dédie :

A la mémoire de mon très cher Père, et mon grand père

A ma très cher Mère

A mes très chers frères

Belkacem, Abdellatif, Mohamed, Fathallah et Boubaker

A mes très chers sœurs

Saida, Hafida, Imane et ma très chère petite sœur Djamila

*A celle qui a toujours près de moi Amina, je te remercie pour tes encouragements et ton soutien.
Malgré la période difficile qu'on a traversé, tu m'as été toujours disponible et compréhensive.*

*A tous ceux qui m'ont accompagné au cours de toutes ces années, famille, amis et collègues, et qui
m'entourent tous les jours de leur affection attentionnée.*

RÉSUMÉ :

Les Systèmes d'informations en générale, et les SIG en particuliers, contiennent aujourd'hui de très larges volumes de données, souvent hétérogènes. En effet, les systèmes coopératifs, la multiplicité des sources de données (cartes, itinéraires de navigation, vue satellites, etc.), rend la recherche de données extrêmement coûteuse en temps et en ressources. De plus, les divergences de vocabulaire utilisé par telle ou telle communauté, affecte très nettement la qualité des résultats retournés. Il s'agit alors de construire un système de médiation basé sur une architecture multi-agents adaptés aux SIG utilisant un référentiel sémantique commun « une ontologie » permettant d'optimiser les résultats de la recherche en réduisant les écarts sémantiques lors de la reformulation des requêtes utilisateur.

Comme domaine d'application nous prenons les ZEST (Zone d'Expansion de Site Touristique) a ville de Biskra.

MOTS-CLÉS : RI, systèmes multi-agents, SIG, interopérabilité, médiation sémantique, ontologie.

ABSTRACT:

Information systems in general and GIS in particular, today contain very large volumes of data, often heterogeneous. Indeed, cooperative systems, the multiplicity of data sources (maps, navigation routes, satellite views, etc.), make the search for data extremely costly in terms of time and resources. In addition, the differences in the vocabulary used by such or such a community very clearly affects the quality of the results returned. It is then a question of building a mediation system based on a multi-agent architecture adapted to GIS using a common semantic repository "an ontology" allowing to optimize the results of the search by reducing the semantic differences during the reformulation of the requests user.

As a field of application, we take the ZEST (Tourist Site Expansion Zone) in the city of Biskra.

KEYWORDS: RI, multi-agent systems, GIS, interoperability, semantic mediation, ontology.

Table des matières

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

Etat de l'art

Chapitre I : Recherche d'information à base SMA

I.1. Introduction.....	5
I.2. La recherche d'information.....	5
I.2.1. Définition.....	5
I.2.2. Concepts de base de la RI.....	6
I.2.3 Les modèles de Recherche d'Information.....	6
I.2.3.1. Les modèles booléens.....	7
I.2.3.2 Le modèle vectoriel.....	7
I.2.3.3 Le modèle probabiliste (Probabilistic Model).....	8
I.2.4 Système de recherche d'information.....	8
I.2.5. Architecture d'un Système de recherche d'information.....	8
I.2.5. 1 La représentation :.....	8
I.2.5.2 La recherche :.....	8
I.2.5. 3 La reformulation de requêtes :.....	9
I.2.6. Les phases du processus de recherche d'information.....	9
I.2.7. Les types de systèmes de recherche d'information (SRI).....	10
I.2.7.1 Le système de recherche d'information classique.....	11
I.2.7.2 Le Système de Recherche d'Information personnalisé.....	11
I.2.7.3 Le système de recherche d'information adaptatif.....	11
I.3 Les Agents et Système Multi Agent.....	11
I.3.1 Agent.....	11
I.3.1.1 Définitions.....	11
I.3.1.2 Les propriétés d'un agent.....	13
I.3.1.3 Architectures d'agent.....	13
I.3.2 Systèmes Multi-Agents (SMA).....	17
I.3.2.1 Définitions.....	17
I.3.2.2 Caractéristiques d'un SMA :.....	19
I.3.2.3 Typologies de SMA.....	19

I.3.2.4 Interaction dans un SMA	20
I.3.2.5 Les communications entre agents	22
I.3.2.6 Domaine d'application des SMA.....	22
I.4 Conclusion.....	23

Chapitre II : SIG à l'aide d'ontologie

II.1 Introduction.....	25
II.2. Les systèmes d'information géographiques(SIG).....	25
II.2.1 Qu'est ce qu'un SIG ?.....	25
II.2.1.1 Définition d'un SIG.....	25
II.2.1.2 Quelques exemples de questions auxquelles un SIG peut répondre:	25
II.2.1.3 Les fonctionnalités principales d'un SIG « 05 A » :	26
II.2.2 L'architecture SIG.....	27
II.2.2.1 Les composants d'un SIG.....	27
II.2.2.2 Structure de l'information géographique.....	28
II.2.2.3 Modèles de représentation de l'information géographique dans un SIG	29
II.2.2.4 Les systèmes de gestion de base de données géographiques (SGBD Géographique)....	31
II.2.2.5 DOMAINES D'APPLICATION DES SIG :.....	32
II.2.2.6 L'interopérabilité des SIG	32
II.3 Les ontologies	33
II.3.1 Origine	33
II.3.2 Définition	33
II.3.3 Composants d'une ontologie.....	34
II.3.4 Rôle des ontologies	35
II.3.4.1 La communication.....	35
II.3.4.2. L'aide à la spécification de systèmes	35
II.3.4.3 L'interopérabilité	35
II.3.4.4 L'indexation et la recherche d'information	35
II.3.5 Types d'ontologie.....	36
II.3.6 Formalismes de représentation des ontologies.....	37
II.3.7 Domaine d'application d'ontologies	37
II.4 Conclusion	38

Partie Pratique

Chapitre III : Conception et développement

III.1 Introduction	41
III.2 Description l'Environnement de développement	41
III.3 Objectifs et principe de SIG	42
III.4 Architecture globale	42
III.5 Architecture détaillé	43
III.5.1 Cas d'utilisation.....	43
III.5.2 Diagramme de séquence :	45
III.5.2.1 diagramme de séquence « connexion » :.....	45
III.5.2.2 diagramme de séquence « Recherche » :	46
III.5.2.3 diagramme de séquence « Visualiser »	47
III.5.3 Diagrammes de Paquetages	48
III.5.4 Diagramme de navigation	49
III.6 Technologies utilisé.....	50
III.6.1 Google API	50
III.6.2 Jade dans WEB :	50
III.7 Outils de développement	52
III.7.1 Environnement logiciel.....	52
III.7.2 Langages utilisé	52
III.8 Résultat	54
III.9 Conclusion.....	58
CONCLUSION GENERALE	60
Bibliographie	61

List de figures

Figure 1.1:Processus de la recherche d'information.....	9
Figure 1.2: Agent réactif.....	14
Figure 2.3:Agent cognitif	15
Figure 1.4: Architecture d'un agent hybride	16
Figure 1.5:Modèle d'une architecture BDI.	17
Figure 1.6:Schéma d'un système multi agent	18
Figure 2.1:Processus de réponse aux questions.....	26
Figure 2.2:Structure de l'information géographique.....	29
Figure 2.3:La représentation de l'information géographique dans un SIG	29
Figure 2.4:Exemples des données Raster	30
Figure 2.5:Exemples des données vectorielles.....	30
Figure 3.1:Diagramme cas d'utilisation	44
Figure 3.2: Diagramme de séquence "Scénario Connexion"	46
Figure 3.3: Diagramme de séquence "Scénario recherche"	47
Figure 3.4: Diagramme de séquence "Scénario visualisation"	47
Figure 3.5:Diagrammes de Paquetages.....	48
Figure 3.6:Diagramme de navigation	49
Figure 3.7: Intégration JADE dans web.....	51
Figure 3.8: La page accueil.....	54
Figure 3.9: La page SIG	54
Figure 3.10: La page explique la projet	55
Figure 3.11 :La page de communauté sur SIG.....	55
Figure 3.12: La page contact.....	56
Figure 3.13: La page d' affichage résultat.....	56
Figure 3.14: La page de visualisation un position.....	57
Figure 3.15: La page de visualisation plusieurs positions.....	57
Figure 3.16 : interconnexion entre Agents.....	58

Introduction

Générale

Introduction Générale

De nos jours, le domaine de recherche d'information (RI) est devenu très important parce qu'il permet de faire des études sur tous ce qu'il concerne la structure, l'analyse, le stockage et la découverte de l'information dont le but est de faciliter l'accès à cet dernière, pour réaliser les besoins en informations d'un utilisateur, alors la RI est une collection des procédures et des méthodes qui permettent de trouver à partir d'un ensemble de sources ceux qui correspondent aux exigences de l'utilisateur.

Les Systèmes d'informations en générale, et les SIG en particuliers, contiennent un énorme volume de données, souvent hétérogènes. En effet, les systèmes coopératifs, la multiplicité des sources de données (cartes, itinéraires de navigation, vue satellites, etc.), rend la recherche et la consultation des données un exercice extrêmement coûteux en temps et en ressources. De plus, les divergences de vocabulaire utilisé par telle ou telle communauté, affecte très nettement la qualité des résultats retournés, autrement dit ; l'hétérogénéité en générale et l'hétérogénéité sémantique en particulier provoque des erreurs dans l'interprétation des informations géographiques reçues lors de l'interrogation des SIG adoptant des stratégies différentes pour le traitement et la représentation de l'information.

La question qu'on peut se posé est: Quels sont les outils et les méthodes pour enlever l'ambigüité des informations due à l'hétérogénéité sémantique des données? La solution proposé est de construire un système de médiation basé sur une architecture multi-agents adaptés aux SIG utilisant un référentiel sémantique commun « une ontologie » de domaine tourisme en particulier permettant d'optimiser les résultats de la recherche en réduisant les écarts sémantique lors de la reformulation des requêtes utilisateur, ainsi de garantie une recherche approximative non exacte pour le bute d'enrichir le cote touristique au niveau de la ville de Biskra on a eu recours aux Systèmes d'Information Géographiques (SIG). Les agents de cette architecture communiquent dans un cadre coopératif pour assurer un traitement transparent aux requêtes des utilisateurs.

Ce mémoire est organisé comme suit :

L'état de l'art qui est composé en deux chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons introduit la recherche d'information ces notions et processus, puis la présentation de système multi-agents sa définition, leurs caractéristiques et architecture leurs domaines d'application.

Introduction Générale

Dans le deuxième chapitre nous nous sommes intéressés aux systèmes d'informations géographique leurs notions, fonctionnalités, architectures et domaines d'application d'un cote et d'un autre nous avons parlé sur les ontologies comme composante dans le processus de recherche sémantique d'information.

Dans le dernier chapitre nous avons présenté notre contribution dans ce travail. Ainsi que les résultats obtenus pour une recherche sémantique d'une information géographique.

Etat de l'art

Chapitre I

*Recherche d'information à base
SMA*

I.1. Introduction

Dans le domaine de la recherche d'informations, les informations sont stocker dans des sources hétérogènes et distribuées, la plupart des applications nécessitent l'interaction et la communication entre différentes entités afin d'échanger des données entre eux. Ces applications sont basées sur la technologie de système multi agents.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les notions de base, les modèles, les architectures, et les domaines d'applications de la RI et les systèmes multi agents.

I.2. La recherche d'information

La Recherche d'Information (RI), domaine déjà ancien, est une branche en informatique qui s'intéresse à l'acquisition, l'organisation, le stockage et la recherche des informations. Elle propose des outils, appelés systèmes de recherche d'information (SRI), dont l'objectif est de capitaliser un volume important d'information et d'offrir des moyens permettant de localiser les informations pertinentes relatives à un besoin en information d'un utilisateur exprimé à travers une requête [1][2].

I.2.1. Définition

La définition originale est la suivante :

Définition 1:

“Information retrieval deals with the representation, storage, organization of, and access to information items such as documents, Web pages, online catalogs, structured and semi- structured records, multimedia objects. The representation and organization of the information items should be such as to provide the users with easy access to information of their interest” [8] [7].

Dans une autre définition, l'objectif de la RI est de recenser, à partir de larges collections d'objets (généralement des documents textuels sous forme électronique), les informations pertinentes par rapport à un besoin en information d'un utilisateur. Ainsi, Van Rijsbergen définissent la RI de cette manière :

Définition 2 :

”The user expresses his information need in the form of a request for information. Information retrieval is concerned with retrieving those documents that are likely to be relevant to his information need as expressed by his request”[3].

I.2.2. Concepts de base de la RI

D’après les définitions au-dessus on apparaît des notions clés que nous introduisons dans ce qui suit [9][10] :

- **Document** : Un document peut être un texte, un morceau de texte, une page web, une image, une vidéo, etc. On peut appeler document toute unité qui peut constituer une réponse à un besoin informationnel de l'utilisateur.
- **Collection de documents** : est un ensemble des informations qui sont utilisées et exploitées par un utilisateur pour réaliser certains objectifs, elle est constitué d’un ensemble de documents.
- **Requête** : Une requête constitue l'expression du besoin en information de l'utilisateur. Elle représente l'interface entre le SRI et l'utilisateur.
- **Pertinence** : c’est un concept principal dans le domaine de la recherche d’information, elle est définie comme la correspondance entre un document et une requête.
- **Besoin en information** : l'utilisateur dans sa recherche d’information exprime ses besoins par un ensemble de mot clés. Cet ensemble constitue une requête qui peut être exprimée sous plusieurs formes.

I.2.3 Les modèles de Recherche d’Information

La fonction principale pour un SRI est de maximiser la pertinence des résultats trouvés.

Un modèle de RI fournit une formalisation au processus de RI. Il doit accomplir plusieurs rôles dont le plus important est de fournir un cadre théorique pour la modélisation de la mesure de pertinence.

Dans ce qui suit, nous décrivons brièvement les modèles de RI, et quelques modèles dérivés ou inspirés à partir de ces classes.

I.2.3.1. Les modèles booléens

I.2.3.1.1. Le modèle booléen

Le modèle booléen est le premier modèle inventé par Salton [6], ce modèle est basé sur la théorie des ensembles et l'algèbre de Boole. Dans ce modèle, les documents et les requêtes sont représentés par des ensembles de mots clés. Le processus de recherche mis en œuvre via ce type de modèle, consiste à effectuer des opérations logiques utilisant des connecteurs « ET », « OU », « NON » sur les ensembles de documents, définis par l'occurrence ou l'absence de termes d'indexation. Le modèle booléen utilise le mode d'appariement exact (0 ou 1), il ne restitue que les documents répondant exactement aux termes de la requête.

I.2.3.1.2. Le modèle booléen étendu

Ce modèle est une extension du modèle booléen introduit en 1983 par Fox et Salton [11]. Appelé aussi modèle P_Norm (tel que l'opérateur Lp- Norm est défini pour la mesure de pertinence requête-document). Ce modèle complète le modèle de base en intégrant des poids dans l'expression de la requête et des documents afin de mesurer le score de pertinence. Ceci a pour conséquence la sélection de documents sur la base d'un appariement rapproché (fonction d'ordre) et non exact.

I.2.3.1.3. Le modèle des ensembles flous

Une autre extension du modèle booléen est inspirée de la théorie des ensembles flous a été proposée par Salton [12]. Ce modèle est basé sur l'appartenance probable et non certaine d'un élément à un ensemble. L'idée de base est de traiter les descripteurs des documents et requêtes comme étant des ensembles flous. Cette extension vise également à tenir compte de la pondération des termes dans les documents. Un poids d'un terme exprime son degré d'appartenance à un ensemble.

I.2.3.2 Le modèle vectoriel

La première idée de représenter les documents et les requêtes sous forme de vecteurs de termes pondérés a été proposée par Luhn [13] à la fin des années cinquante. Elle a été en suite développée par Gérard Salton et son équipe [6] [14] dans leur projet SMART (Salton's Magical Automatic Retriever of Text). L'idée de base du modèle vectoriel est d'utiliser une représentation géométrique pour classer les documents par ordre de pertinence par rapport à

une requête. Dans ce modèle les documents et les requêtes sont engendrés par les termes d'indexation représentés par des vecteurs [14].

I.2.3.3 Le modèle probabiliste (Probabilistic Model)

Le modèle de recherche probabiliste utilise un modèle mathématique fondé sur la théorie de la probabilité [14]. L'idée générale de cette approche est d'implémenter les notions de la théorie de probabilité sur les SRI. Le principe de base du modèle probabiliste consiste à présenter les résultats de recherche d'un SRI dans un ordre basé sur la probabilité de pertinence d'un document vis-à-vis d'une requête.

I.2.4 Système de recherche d'information

C'est un système informatique qui permet de retrouver à partir d'un ensemble de documents, ceux dont le contenu correspond le mieux à leur exigence d'information de l'utilisateur [9].

I.2.5. Architecture d'un Système de recherche d'information

L'architecture d'un Système de recherche d'information intègre les fonctionnalités suivantes [9] :

- La représentation de documents et de requêtes (indexation).
- La recherche.
- -a reformulation de requêtes.

I.2.5. 1 La représentation :

Pour réaliser la correspondance entre un document et une requête, il faut comparer les concepts qui présentent dans ces deux éléments, bien que, les collections comportent un nombre élevé de document de taille hautes donc la comparaison devient coûteuse, afin de diminuer cette complexité il faut transformer les documents de manière plus faciles à manipuler.

I.2.5.2 La recherche :

Dans ce processus, le système décide quels sont les documents qui correspondent à la requête de l'utilisateur, cette décision est reposée sur un ensemble de fonctions mathématiques afin de pouvoir évaluer certaines relations particulièrement la relation d'appariement entre la requête et le document.

I.2.5. 3 La reformulation de requêtes :

Le but de cette étape est de modifier la requête de l'utilisateur en ajoutant des termes qui peuvent provenir de différentes sources.

I.2.6. Les phases du processus de recherche d'information

L'objectif fondamental d'un processus de RI est de sélectionner les documents «les plus proches» du besoin en information de l'utilisateur décrit par une requête. Pour cela, le système de recherche regroupe un ensemble de méthodes et procédures permettant la gestion des collections de documents stockés sous forme d'une représentation intermédiaire permettant de refléter aussi fidèlement que possible leurs contenus sémantiques. L'interrogation de la collection de documents à l'aide d'une requête nécessite la représentation de cette dernière sous une forme unifiée compatible avec celles des documents. Ces fonctionnalités sont représentées à travers le processus global de la RI, communément nommé processus en U et schématiquement illustré par la figure 1.1[4].

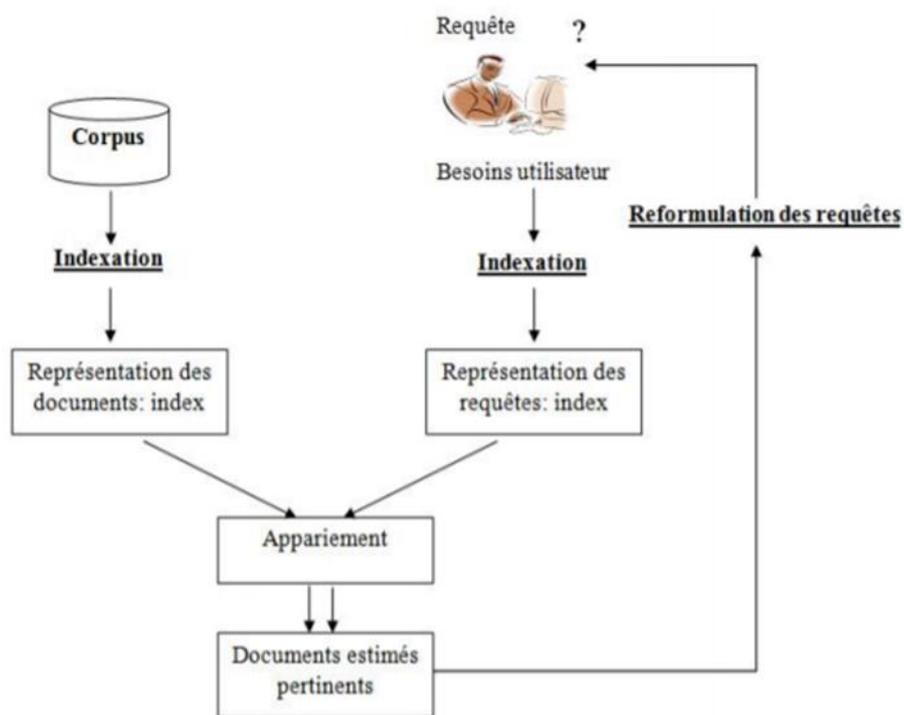


Figure 1.1:Processus de la recherche d'information.

Le déroulement de ce processus induit deux principales phases : indexation et appariement requête/document.

- **L'indexation** : est une étape très importante dans le processus de RI. Elle consiste à déterminer et à extraire les termes représentatifs du contenu d'un document ou d'une requête. La qualité de la recherche dépend en grande partie de la qualité de l'indexation. Le résultat de l'indexation constitue, ce que l'on nomme le descripteur du document ou de la requête. Ce dernier est souvent une liste de termes ou groupe de termes significatifs pour l'unité textuelle correspondante, généralement assortis de poids représentant leur degré de représentativité du contenu sémantique de l'unité qu'ils décrivent. Les descripteurs des documents (mots, groupe de mots) sont rangés dans un catalogue appelée dictionnaire constituant le langage d'indexation. La phase d'indexation peut être manuelle, automatique ou semi-automatique. Les termes extraits des documents ne jouent pas le même rôle dans la représentation de ces derniers, en ce sens où ils n'ont pas le même degré d'importance. Pour caractériser ce degré de discrimination, il est courant en RI, d'affecter à chaque terme un poids. Cette étape est primordiale dans le processus d'indexation correspond au processus pondération [1].

- **L'appariement document-requête** : Le processus d'appariement document-requête permet de mesurer la pertinence d'un document vis-à-vis d'une requête. De manière générale, à chaque réception d'une requête, le SRI calcule un score de pertinence (similarité vectorielle, probabiliste, etc.). Le processus d'appariement est étroitement lié au processus d'indexation et de pondération des termes. Il existe deux méthodes d'appariement :

- Appariement exact («exact match retrieval») Le résultat est une liste de documents respectant exactement la requête spécifiée avec des critères précis. Les documents retournés ne sont pas triés [6] [1].
- Appariement approché («best match retrieval») Le résultat est une liste de documents sensés être pertinents pour la requête. Les documents retournés sont triés selon leur score de pertinence vis-à-vis de la requête [5][1].

I.2.7. Les types de systèmes de recherche d'information (SRI)

Les efforts continus des chercheurs en RI ont permis jusqu'à présent d'améliorer sans cesse les performances et la qualité des services d'accès à l'information. Dans ce paragraphe nous faisons un survol des principales évolutions dans le domaine de la RI : de la première génération des systèmes de recherche d'information (SRI) dits classiques à la RI adaptative, puis récemment à la RI personnalisée [1].

I.2.7.1 Le système de recherche d'information classique

Le SRI classique apparue dans les années soixante, a une vision orientée système, en ce sens où la recherche des informations pertinentes se base uniquement sur l'appariement des documents avec la requête soumise par l'utilisateur. Toute fois, cette vision de l'accès à l'information suppose que l'utilisateur est extérieur au système de recherche. La différence de vocabulaire entre les termes choisis par l'utilisateur pour formuler sa requête et les termes utilisés pour représenter les documents engendrent un défaut d'appariement. Ce dernier est à l'origine d'une dégradation des performances de recherche et particulièrement dans le cas d'accroissement continu des sources d'information hétérogènes et la diversité des utilisateurs.

I.2.7.2 Le Système de Recherche d'Information personnalisé

Les approches dites de personnalisation exploitent les caractéristiques informationnelles spécifiques de l'utilisateur dans les processus d'accès à l'information.

I.2.7.3 Le système de recherche d'information adaptatif

Les approches adaptatives des SRI exploitent les diverses sources d'évidence (documents jugés, termes pertinents, bases de données, etc.) pour aider et assister l'utilisateur à retrouver les informations pertinentes à son besoin.

I.3 Les Agents et Système Multi Agent**I.3.1 Agent****I.3.1.1 Définitions**

Actuellement Il n'y a pas une notion d'« agent » unique, car il est utilisé dans de nombreuses applications par des communautés venant d'horizons divers, parmi ces notions ont trouvés dans Russell et al.[15], la notion d'agent est définie comme suit : « Un agent est tout ce qui peut être compris comme percevant son environnement à travers des senseurs et comme agissant sur cet environnement par l'intermédiaire d'effecteurs ».

Selon cette définition, un agent est un système qui décide par lui-même ce qu'il doit faire pour atteindre ses objectifs (déterminés à sa conception). L'agent est situé dans un environnement, doté de capteurs et d'actionnaires, observant l'environnement et cherchant à modifier son évolution.

Jennings, Sycara et wooldridge [16] ont proposé une autre définition de la notion d'agent qui reste néanmoins proche de celle donnée par Russell et al.[15] :

« Un agent est un système informatique, situé dans un environnement qui est capable d'action autonome et flexible dans le but de répondre à ses objectifs de conception ».

La plus utilisée et la plus englobant est celle de J.Ferber [32] puisqu'elle détermine tous ce qui entre dans le processus de comportement de l'agent : "On appelle agent une entité physique ou virtuelle,

1. Qui est capable d'agir dans un **environnement**,
2. Qui peut **communiquer** directement avec d'autres agents,
3. Qui est mue par un ensemble de **tendances** (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser),
4. Qui possède des **ressources** propres,
5. Qui est capable de percevoir (mais de manière limitée) son environnement,
6. Qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement (et éventuellement aucune),
7. Qui possède des compétences et offres des services,
8. Qui peut éventuellement se reproduire,
9. Dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communication qu'elle reçoit".

D'après ces définitions d'agent, on peut se permettre de mettre en évidence les caractéristiques importantes d'agent, exprimées par la présentation suivante : « Un agent est défini comme une entité (physique ou abstraite) ayant un objectif individuel avec un comportement autonome et flexible qui résulte de la conséquence de ses observations, de sa connaissance et des interactions avec les autres agents. Il a la possibilité d'agir sur lui-même et sur son environnement, grâce à sa capacité de perception. Enfin, il dispose d'une représentation partielle de ce même environnement ».

I.3.1.2 Les propriétés d'un agent

A partir des définitions, qui apparaissent dans la littérature [22][25], plusieurs propriétés d'agents peuvent être identifiées :

- **Autonomie** : les agents contrôlent leurs actions et leurs états internes. Le système dans son ensemble est capable de réagir sans l'intervention d'un humain ou d'un autre agent. Il n'y a pas de définition unique du terme agent, par contre, il y a un consensus général pour considérer l'autonomie comme notion centrale de l'agent.
- **Réactivité** : ils perçoivent leur environnement et réagissent aux changements qui s'y produisent dans le temps requis.
- **Initiative** : le comportement des agents est déterminé par les buts qu'ils poursuivent et par conséquent ils peuvent produire des actions qui ne sont pas seulement des réponses à leur environnement.
- **Habilité sociale** : pour satisfaire ses buts un agent peut demander l'aide d'autres agents avec lesquels il partage la réalisation de tâches.
- **Raisonnement** : un agent peut décider quel but pour suivre ou à quel événement réagir, comment agir pour accomplir un but, ou suspendre ou abandonner un but pour se dédier à un autre.
- **Apprentissage** : l'agent peut s'accommoder progressivement à des changements dans des environnements dynamiques grâce à des techniques d'apprentissage.
- **Mobilité** : dans des applications déterminées il peut être intéressant de permettre aux agents de migrer d'un nœud à un autre dans un réseau tout en préservant leur état lors de sauts entre nœuds.

I.3.1.3 Architectures d'agent

Les agents sont classés selon différentes propriétés tels que le rôle, la mobilité, la capacité de coopérer, le degré de granularité ainsi que la manière avec laquelle les perceptions sont liées aux actions de l'agent.

Ce dernier critère permet de distinguer deux grandes catégories d'agents : les agents cognitifs dits "intelligents" et les agents réactifs dits "moins intelligents". Afin de remédier aux inconvénients de ces deux types d'agents, l'architecture hybride et BDI ont été conçues.

I.3.1.3.1 Agent réactif

Comme son nom l'indique, un agent réactif ne fait que réagir aux changements qui surviennent dans l'environnement. Autrement dit, un tel agent ne fait ni délibération ni planification, il se contente simplement d'acquiescer des perceptions et de réagir à celles-ci. Étant donné qu'il n'y a pratiquement pas de raisonnement, ces agents peuvent agir et réagir très rapidement. Ferber définit ce type d'agent comme suit : « Les agents réactifs, définis par le fait même qu'ils n'ont pas de représentation de leur environnement et des autres agents, sont incapables de prévoir ce qui va se passer et donc d'anticiper en planifiant les actions à accomplir » [32][19].

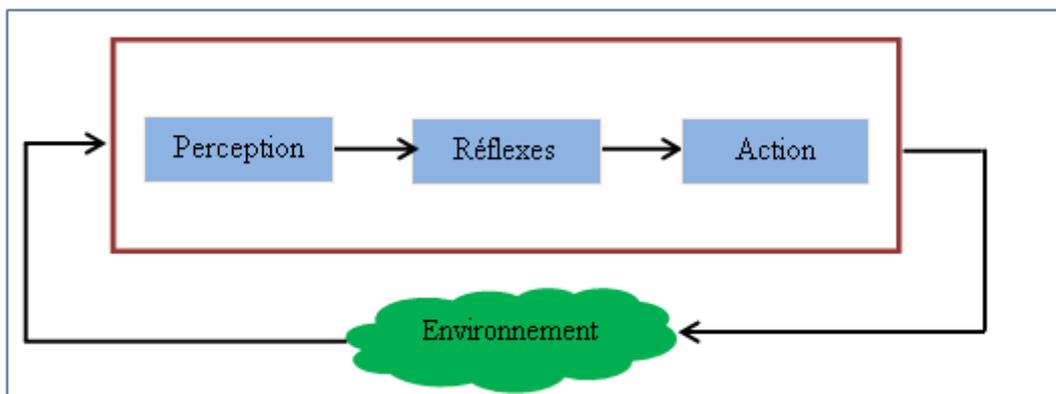


Figure 1.2: Agent réactif

L'agent réactif (figure 1.2.) présente les caractéristiques suivantes:

- Pas de mémoire ;
- Pas de représentation explicite ;
- Prise de décision se basant sur le fait du Stimulus/Réponse [29].
- Simple à mettre en œuvre.

I.3.1.3.2 Agent cognitif :

Ce type d'agent est plus complexe [17], puisque l'agent cognitif est un agent qui dispose d'une base de connaissances comprenant l'ensemble des informations et de savoir-faire nécessaires à la réalisation de sa tâche et la gestion des interactions avec les autres agents et avec son environnement [32].

Ainsi, ces agents possèdent une représentation explicite de leur environnement, des autres agents et d'eux-mêmes. Ils sont aussi dotés de capacités de raisonnement et de

planification ainsi que de communication. La figure (1.3) illustre l'architecture de l'Agent cognitif.

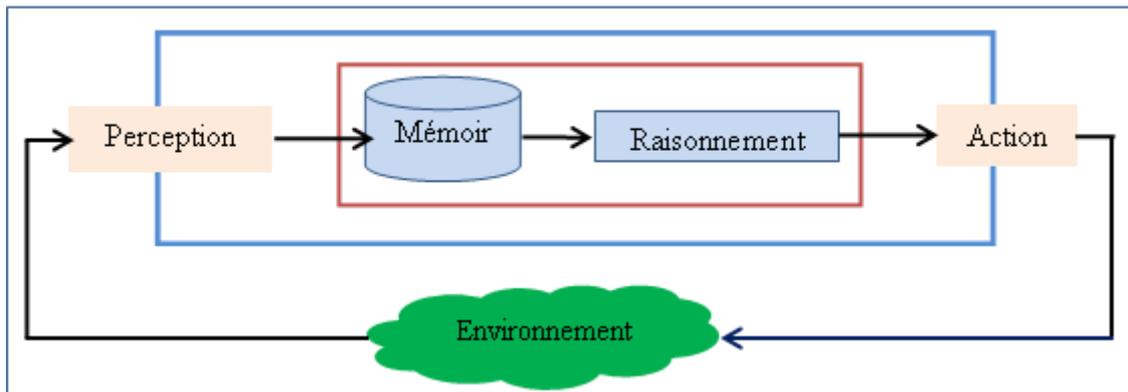


Figure 1.3: Agent cognitif

Les caractéristiques de ce type d'agent peuvent être résumées comme suit:

- Une représentation explicite de l'environnement et du monde auquel ils appartiennent;
- Une réaction planifiée ;
- Une base de connaissances comprenant des informations et du savoir-faire ;
- Une mémoire pour mémoriser les anciens états [31].
- Il est possible de combiner ces deux architectures pour obtenir une troisième architecture qui se base sur des agents cognitifs exhibant des capacités de réactions aux événements, on parlera alors d'agents hybrides.

I.3.1.3.3 Agent hybride:

Au début des années 90, il était clair que les agents réactifs ne convenaient pas tous les types de problèmes et il en était de même pour les agents cognitifs. Il est devenu donc, envisageable, voir nécessaire de songer la possibilité de combiner les deux approches afin d'obtenir une architecture hybride [18] [27].

L'architecture hybride est, bien évidemment, un compromis entre un agents purement réactif et un agents purement cognitif, visant à concilier les capacités intéressantes des deux types d'agents précédents. La structure d'un agent hybride peut être divisée en trois couches [30] :

1. Une couche réactive qui va s'intéresser au traitement des données en provenance des capteurs sensorielles ;

2. Une couche intermédiaire raisonnant sur les connaissances de l'agent à propos de son environnement ;
3. La couche supérieure se charge des aspects sociaux de l'environnement. Dans cette dernière couche, se trouve généralement une représentation des autres agents (leurs buts, leurs croyance, etc.).

L'architecture d'un agent hybride est illustrée par la figure 1.4.

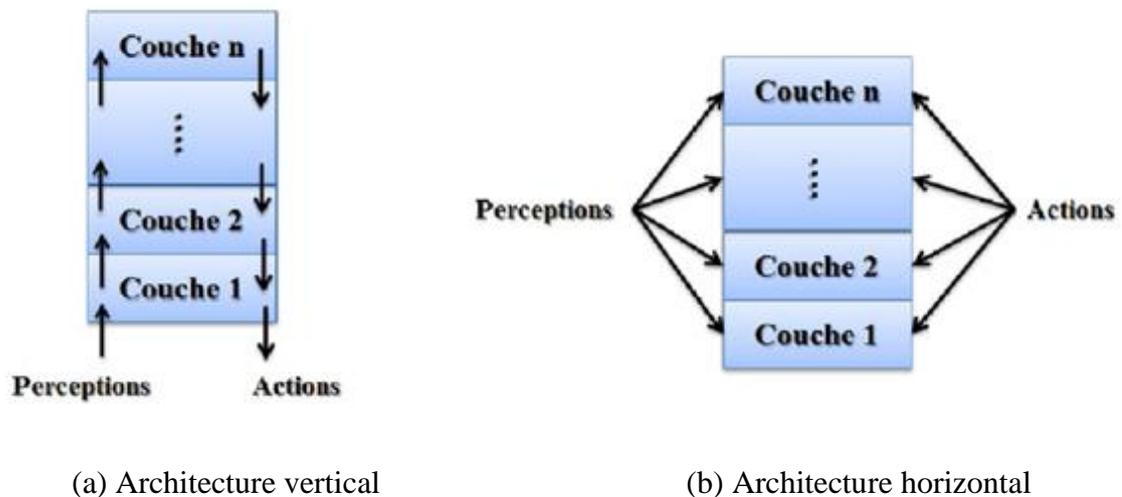


Figure 1.4: Architecture d'un agent hybride

I.3.1.3.4 Agent BDI (Believes, Desires and Intentions)

Le modèle BDI a inspiré beaucoup d'architectures d'agents cognitifs [32]. Les agents BDI [URBAIN 06] sont passionnés des travaux concernant le raisonnement pragmatique, c'est-à-dire le processus de décision qui permet de sélectionner les actions à effectuer pour atteindre ses objectifs. L'architecture BDI, actuellement très répandue, est basée sur un raisonnement qui prend en compte les états mentaux. Pour les agents, un état mental repose sur les points suivants [38] [28] :

- **Croyance (Belief B):** ce sont les informations que possède l'agent sur son environnement et sur les autres agents agissant sur le même environnement. Ceci constitue les connaissances supposées vraies de l'agent.
- **Désir (Desire D):** ce sont les états de l'environnement et par fois de lui-même, qu'un agent aimerait voir réaliser. Ce sont les objectifs que se fixe un agent.

- **Intention (Intention I):** ce sont les actions qu'un agent a décidé de faire pour accomplir ses désirs. Ils forment des ensembles de plans qui sont exécutés tant que l'objectif correspondant n'est pas atteint. L'architecture BDI (Believe Desire Intention) illustrer par la figure 1.5.

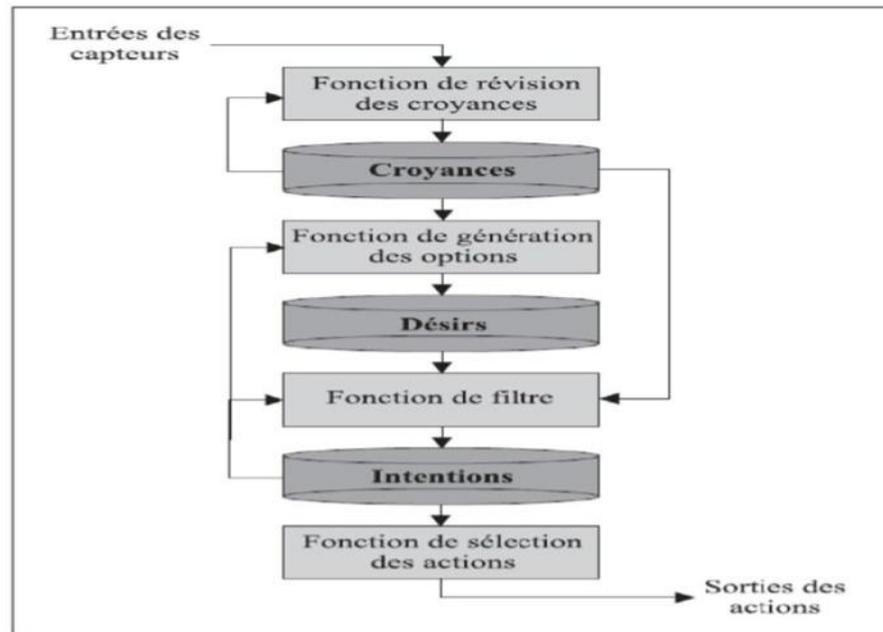


Figure 1.5:Modèle d'une architecture BDI.

I.3.2 Systèmes Multi-Agents (SMA)

Au premier abord, un SMA peut être considéré comme un ensemble d'agents partageant un environnement commun et capable d'interagir entre eux et sur l'environnement.

Néanmoins, et pareille au concept « agent », il n'existe pas de définition acceptée en unanimité dans la littérature.

I.3.2.1 Définitions

Plusieurs définitions ont été proposées [20] [23] [24], nous allons présenter la définition donnée par [32].

« On appelle système multi-agents (ou SMA), un système composé des éléments suivants:

- Un environnement E, c'est-à-dire un espace disposant généralement d'une métrique.

- Un ensemble d'objets O. Ces objets sont situés, c'est-à-dire que, pour tout objet, il est possible, à un moment donné, d'associer une position dans E. Ces objets sont passifs, c'est-à-dire qu'ils peuvent être perçus, créés, détruits et modifiés par les agents.
- Un ensemble A d'agents, qui sont des objets particuliers ($A \sqsubset O$), lesquels représentent les entités actives du système.
- Un ensemble de relations R qui unissent des objets (et donc des agents) entre eux.
- Un ensemble d'opérations Op permettant aux agents de A de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des objets de O.
- Des opérateurs chargés de représenter l'application de ces opérations et la réaction du monde à cette tentative de modification, que l'on appellera les lois de l'univers ».

La définition proposée est basée sur certaines caractéristiques, et plus précisément sur la notion d'interaction entre les agents et l'environnement, et/ou les agents eux-mêmes.

En effet, l'auteur présente un formalisme de description du SMA permettant de dériver un modèle formel pour décrire cette relation entre agents et environnement. La Figure 1.6 illustre cette définition.

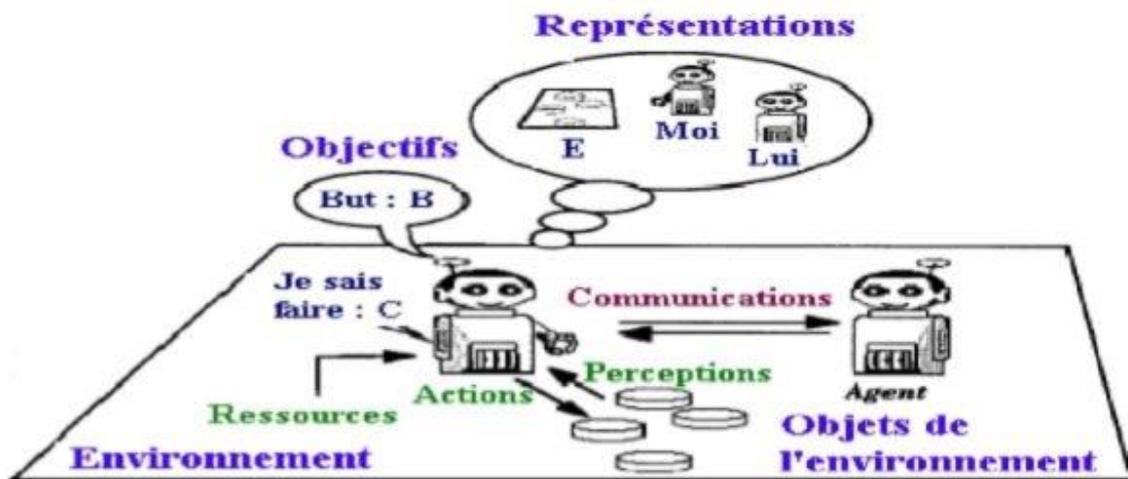


Figure 1.6: Schéma d'un système multi agent [32]

I.3.2.2 Caractéristiques d'un SMA :

Un SMA possède la plupart des caractéristiques suivantes [26] :

- **Distribution** : le système est décomposable, l'élément de base étant l'agent.
- **Décentralisation** : les agents sont indépendants, il n'y a pas de décisions centrales valables pour tout le système.
- **Autonomie** : un agent est en activité permanente et prend ses propres décisions en fonction de ses objectifs et de ses connaissances.
- **Echange de connaissances** : les agents sont capables de communiquer entre eux, selon des langages plus ou moins élaborés.
- **Interaction** : les agents ont une influence localement sur le comportement des autres agents.
- **Organisation** : les interactions créent des relations entre les agents, et le réseau de ces relations forme une organisation qui peut évoluer au cours du temps.

D'autres part, l'ouverture d'un système, qu'il soit physique ou informatique, représente la possibilité qu'il échange de l'information ou de la matière avec l'extérieur, et que son environnement possède une dynamique propre avec des évolutions imprévisibles. Pour un SMA, l'ouverture désigne la capacité d'ajouter ou de retirer dynamiquement dans le système des agents, ou des fonctionnalités et des services de ces agents [35]. Un SMA ouvert est donc un système extensible et évolutif.

I.3.2.3 Typologies de SMA

En général, la différence entre les agents réactifs et les agents cognitifs peut être expliquée par le compromis efficacité/complexité. Nous partageons l'opinion d'un nombre important de chercheurs dans le domaine, qui affirment qu'aucune des architectures (réactive et cognitive) n'offre une solution unique.

Le tableau suivant résume les différences entre les modèles cognitifs et les modèles réactifs

Tableau 1.1 : Comparaison entre agents cognitifs et agents réactifs [21]

En fonction du contexte problème, l'une des architectures est plus adaptée que l'autre. La distinction réside avant tout dans l'objectif lié à l'étude du système, comme indique dans [36]:

- L'étude des SMA cognitifs cherche à améliorer les comportements individuels des agents

Systeme d'agents cognitifs	Systeme d'agents réactifs
Représentation explicite de l'environnement	Pas de représentation
Tiennent compte de leur passé	Pas de mémoire de leur passé
Agents complexes	Agent simple (fonction. stimulus/réaction)
Petit nombre d'agents	Grand nombre d'agents

en s'intéressant à leur intelligence individuelle, leur modèle cognitif, et aux communications.

Elle met l'accent sur l'agent et ses capacités.

- L'étude des SMA réactifs cherche à comprendre le fonctionnement du système comme un tout, en se focalisant sur les interactions et la dynamique qui en résulte, donc sur les aspects collectifs du système.

L'une des caractéristiques importante qui constitue l'essence d'un SMA est l'interaction. Grâce à elle, les agents vont pouvoir produire des comportements collectifs complexes dont les conséquences exercent en retour une influence sur le comportement futur du SMA. Qu'ils soient réactifs ou cognitifs, le problème principal à aborder est « comment faire interagir les agents afin qu'ils accomplissent leurs tâches, et atteignent les buts pour lesquels ils ont été conçus.

I.3.2.4 Interaction dans un SMA

Les interactions entre les agents offrent, grâce à leur flexibilité et leur variété, au paradigme d'agent une force et une consistance importantes. Les agents coopèrent, négocient, se coordonnent les uns avec les autres, non seulement pour poursuivre leurs propres buts mais aussi pour atteindre un objectif commun. Jacques Ferber [33] propose la définition suivante de l'interaction :

"Une interaction est la mise en relation dynamique de deux ou plusieurs agents par le biais d'un ensemble d'actions réciproques. Les interactions sont non seulement la conséquence d'actions effectuées par plusieurs agents en même temps, mais aussi l'élément nécessaire à la constitution d'organisations sociales".

Les principales situations d'interaction peuvent être classées en se basant sur les trois critères suivants [37] :

- Les objectifs ou intentions des agents qui peuvent être compatibles si les agents ont des buts concordants, ou incompatibles si la satisfaction de l'un entraîne l'insatisfaction de l'autre ;
- Les relations que les agents entretiennent envers les ressources qu'ils possèdent. Les conflits apparaissent essentiellement lorsque plusieurs agents font appel aux mêmes ressources en même temps et au même endroit.
- Les moyens (ou compétences) en possession des agents pour parvenir à leurs fins.

A partir de ces critères, il est possible de dégager plusieurs types d'interactions dont nous citons la coopération, la coordination et la négociation [37][43].

I.3.2.4.1 Coordination dans les SMA

Lorsque 'un agent se trouve incapable d'atteindre son but, il coopère avec les autres agents afin d'obtenir leur aide. La coopération entre les différents agents est un problème difficile car elle nécessite que les agents aient une connaissance plus au moins précise des autres agents du système. Un agent doit aussi avoir assez d'informations sur les compétences ainsi que les tâches que des agents avec qui il coopère sont en train de réaliser. Trois types de coopération peuvent être distingués [43].

- La coopération confortative
- La coopération augmentative
- La coopération intégrative

I.3.2.4.1 Coordination dans les SMA

Les agents doivent coordonner leurs différentes actions afin de garantir la cohérence globale du système multi agent. La coordination d'actions peut être vue comme étant l'ensemble d'actions supplémentaires qui doivent être accomplies dans un environnement multi agent pour atteindre un but donnée. L'exécution de ces actions fait appel nécessairement à plusieurs agents poursuivant le même but escompté [50].

Il s'agit donc d'une collection choisi parmi la globalité des comportements d'agents interagissant de façon à ce que cette collection satisfait les objectifs les plus importants des agents du SMA. Il existe deux types de coordination [46] [34] :

- La coordination centralisée
- La coordination distribuée

I.3.2.4.3 Négociation dans les SMA

La négociation joue un rôle majeur dans la résolution des conflits qui pourraient affecter les comportements coopératifs. Pruitts [39] pense que la négociation n'est autre que le processus par lequel plusieurs individus prennent une décision commune. Les participants expriment d'abord des demandes contradictoires, puis ils essaient de trouver un accord par concession ou par la recherche de nouvelles alternatives [40].

I.3.2.5 Les communications entre agents

L'un des plus importantes opérations dans les SMA est les communications, qui représentent la base des interactions et de l'organisation sociale. En communiquant, les agents ont la capacité de coopérer, coordonner leurs actions, réaliser des tâches en commun et tout cela leur permet de devenir de véritables êtres sociaux. La communication implique plusieurs niveaux d'abstractions [37] :

- Le niveau réseau : est considéré comme le niveau le plus bas. Lorsque les agents échangent des messages il faut s'assurer que ces messages arrivent par le bon port, au bon moment, et en toute sécurité. Selon la nature du canal de communication reliant les agents, trois modes de communication peuvent être distingués [45]:
 - L'acheminement direct
 - L'acheminement par propagation d'un signal
 - L'acheminement par voie d'affiche
- Le niveau langage.
- Le niveau application.

I.3.2.6 Domaine d'application des SMA

Les SMA sont l'idéal pour représenter des problèmes possédant de multiples : méthodes de résolution, perspectives et/ou de multiples solveurs, ainsi que des avantages traditionnels de la résolution distribuée et concurrente de problèmes, à savoir la modularité, la vitesse (avec le parallélisme), et la fiabilité [42].

L'utilité des systèmes multi agents se montre lorsqu'il s'agit : d'applications géographiquement ou fonctionnellement distribuées le contrôle aérien et les bases de données coopératives distribuées sont des très bons exemples d'applications distribuées, tandis que le e-commerce et les réseaux de télécommunication représentent des exemples de réseaux complexes. Les SMA sont également utilisés pour les applications SIG exploitant souvent des sources d'informations dispersées géographiquement [47].

I.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons introduit la recherche d'information en donnant sa définition, concepts de base, modèles de RI, la définition de SRI, l'architecture de SRI, le processus de RI et les types de SRI. Par la suite nous décrivons les agents(SMA) qui ont un bon rendement dans les applications de la recherche d'informations.

Dans un prochain chapitre, nous allons présenter les SI géographiques et l'ontologie pour la recherche sémantique d'information.

Chapitre II

SIG à l'aide d'ontologie

II.1 Introduction

Le terme de SIG décrit un système d'information qui intègre, stocke, analyse et affiche l'information géographique. Les applications liées aux SIG sont des outils qui permettent aux utilisateurs d'analyser l'information spatiale, de modifier et d'éditer des données par l'utilisation de cartes et d'y répondre cartographiquement, pour améliorer l'exploitation et le rendement des SIG, l'ontologie est expliquée aussi dans ce chapitre, car elle permet de spécifier de manière formelle des vocabulaires pour la description du contenu. L'une des caractéristiques essentielles des ontologies est qu'elles fournissent les données sûres d'un domaine précis. Les ontologies sont utilisées pour apporter plus de souplesse dans la communication : homme/homme, machine/machine et homme/machine.

II.2. Les systèmes d'information géographiques(SIG)

II.2.1 Qu'est-ce qu'un SIG ?

II.2.1.1 Définition d'un SIG

Le SIG, est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace[64].

II.2.1.2 Quelques exemples de questions auxquelles un SIG peut répondre:

- ✓ Quel est l'état des routes sur une commune ?
- ✓ Qu'est-ce qui a changé depuis 1962 ?
- ✓ Quelles sont les parcelles concernées par une inondation éventuelle ?
- ✓ Quelles sont les zones sensibles en cas de glissement de terrain ?
- ✓ Quel est le chemin le plus rapide pour aller de la caserne des pompiers à l'incendie ?
- ✓ Que se passe-t-il si une substance toxique se déverse à tel endroit ?
- ✓ Où implanter des postes de surveillance d'incendie de forêt ?
- ✓ Trouver les zones favorables à la culture du riz ?
- ✓ Comment évolue la déforestation en Amazonie ?

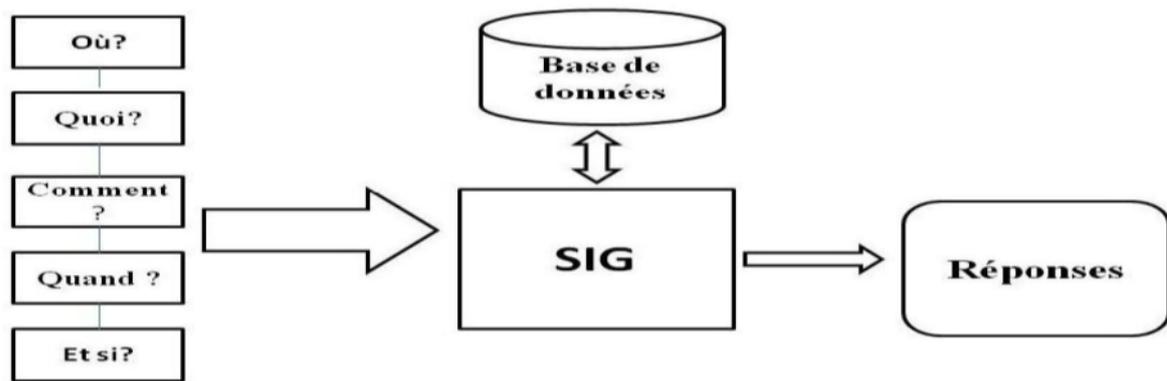


Figure 2.1:Processus de réponse aux questions

II.2.1.3 Les fonctionnalités principales d'un SIG « 05 A » :

Le rôle d'un système SIG, quel que soit son domaine d'application, n'est accomplie qu'après l'exercice de ses cinq(05) fonctionnalités suivantes :

- **L'Abstraction**

C'est la modélisation des données géographiques et de leurs spécifications dans le but de représenter le monde réel afin d'atteindre des objectifs visés.

- **L'acquisition des données**

Il s'agit de récupérer les informations existantes qui peuvent être des données provenant de fournisseurs extérieurs, de numérisation directe ou des traitements particuliers comme les images satellitaires[66].

- **L'Archivage**

Consiste à la gestion des bases de données stockant les données de façon à les retrouver et utiliser facilement par des applications variées.

- **L'Analyse**

C'est la manipulation et l'interrogation des données géographiques, permettant de rechercher les objets possédant certaines propriétés situés dans une zone donnée ou encore à une distance d'un lieu fixe.[65]

- **L’Affichage**

Consiste à la visualisation et de mise en forme des données, en assurant la convivialité et l’ergonomie des applications. Actuellement, il est possible de présenter les données suivant un ou plusieurs thèmes, et les faire apparaître selon l’échelle de visualisation désire. Il est aussi possible de prendre en compte l’accessibilité et la précision de ces données afin de limiter leur usage. [49]

II.2.2 L’architecture SIG

L’architecture SIG est basée sur plusieurs éléments, nous les détaillons comme suit :

II.2.2.1 Les composants d’un SIG

Un système SIG se compose de cinq (05) éléments [49]:

- **Les logiciels**

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations, parmi ces outils nous citons entre autres:

- Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques;
- Système de gestion de base de données;
- Outils géographiques de requête, analyse et visualisation;
- Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

Dans notre projet on a utilisé le système géographique ArcGis et ses outils qui sont: ArcMap, ArcCatalogue.

- **Les matériels**

Les SIG fonctionnent aujourd’hui sur une très large gamme d’ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

Le matériel utilisé est aussi très variable. Un utilisateur souhaitera relevés ses données sur des cartes papier et introduire les données saisies au bureau, un autre souhaitera avoir un ordinateur de poche et tout faire directement sur le terrain. De même que certains logiciels nécessite des ordinateurs récents de grande capacité alors que d'autres se contentent de système plus anciens [66].

- **Les méthodes**

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation. Un SIG fait appel à une connaissance technique et à divers savoir-faire et donc divers métiers qui peuvent être effectués par une ou plusieurs personnes. Le spécialiste doit mobiliser des compétences en géodésie (connaissance des concepts de système de référence et de système de projection), en analyse des données, des processus et de modélisation (analyse Merise, langage UML par exemple), en traitement statistique, en cartographie, en traitement graphique [65].

- **Les utilisateurs**

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

- **Les données**

Les données géographiques sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur. Une donnée est dite géographique lorsqu'elle fait référence à un (ou plusieurs) objets localisés à la surface de la terre [64].

II.2.2.2 Structure de l'information géographique

Les couches sont le mécanisme utilisé pour afficher des jeux de données géographiques, Chaque couche spécifie comment il est représenté à l'aide de symboles et d'étiquettes textuelles, Chaque carte, globe ou scène est assemblé en ajoutant une série de couches. Les couches s'affichent dans un ordre spécifique conformément à la table des matières de la carte [49].

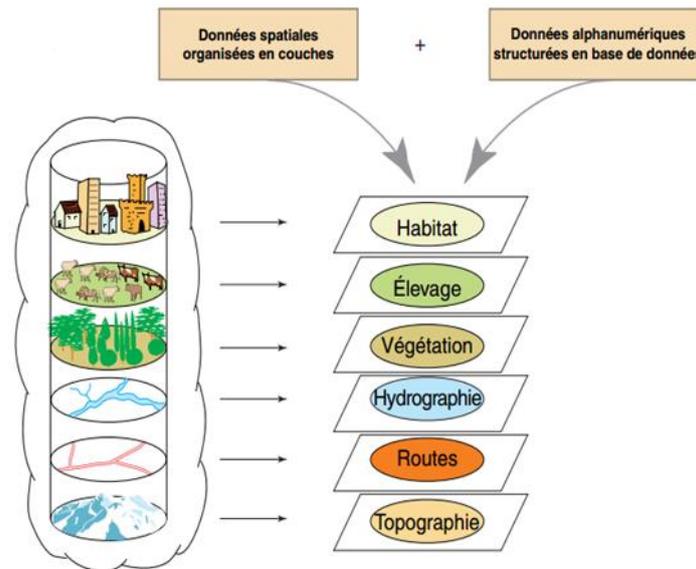


Figure 2.2: Structure de l'information géographique

II.2.2.3 Modèles de représentation de l'information géographique dans un SIG

Deux modes de représentation de l'information on était mentionné par Brad en 2004 :

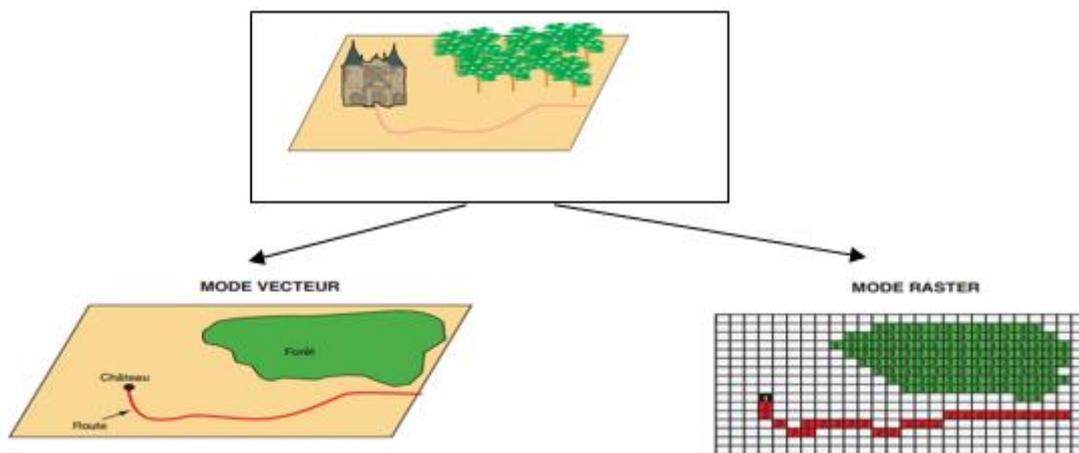


Figure 2.3: La représentation de l'information géographique dans un SIG

II.2.2.3.1 Mode maillé(Raster)

Ce mode correspond à une division régulière de l'espace sous forme de cellules ou mailles généralement carrées appelées pixels, qui définissent la précision minimale de la structure. Les pixels sont par exemple, les centaines de milliers de points lumineux et colorés

qui composent l'écran d'ordinateur. Le mode raster s'applique aux traitements d'images (satellites, photos aériennes). [49]

Exemples des images en mode raster

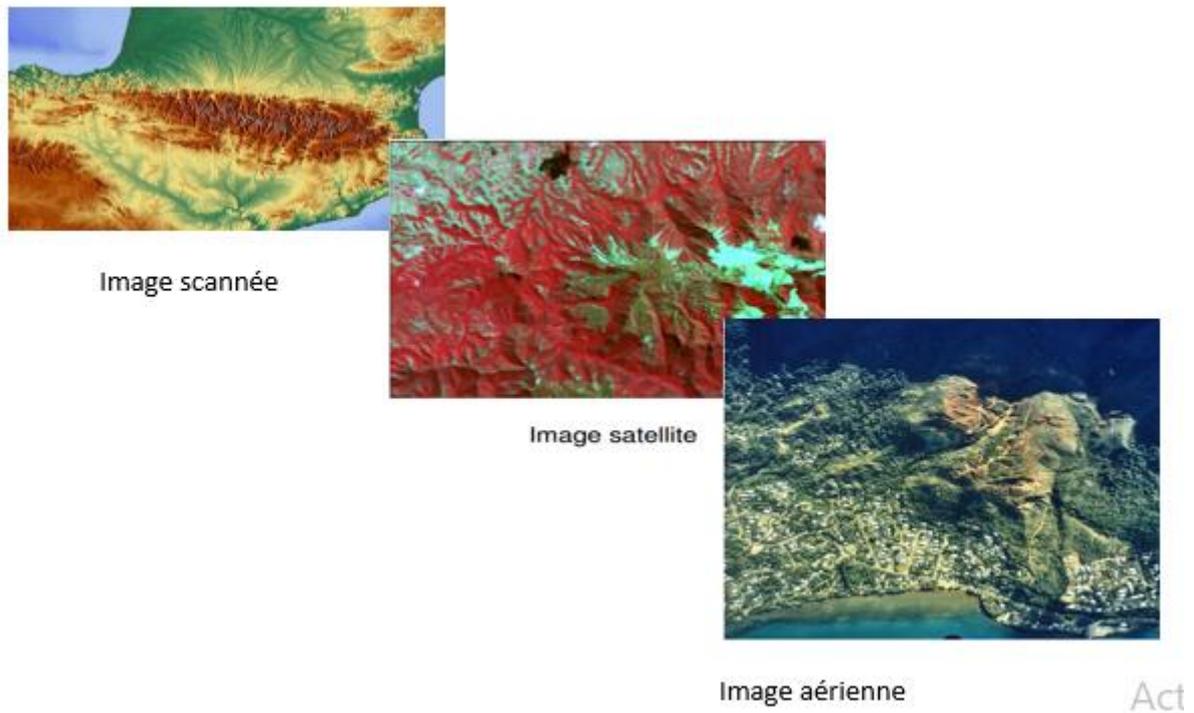


Figure 2.47:Exemples des données Raster

II.2.2.3.2 Mode vectoriel

La géométrie des objets géographiques est décrite à l'aide de trois primitives géométriques : le point, la ligne et la surface. Ces trois primitives permettent de décrire la géométrie de tous les objets de la BDG sous la forme de suite de coordonnées (x, y) ou (x, y, z) pour les données 3D [65].

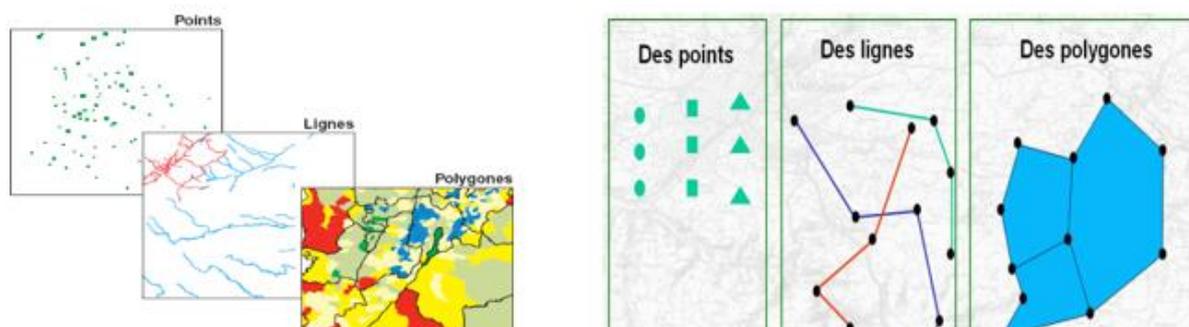


Figure2.5:Exemples des données vectorielles

II.2.2.4 Les systèmes de gestion de base de données géographiques (SGBD Géographique)

Les données géographiques sont stockées dans des bases de données géographiques (BDG). Une BDG est un ensemble d'objets géographiques organisé de manière à être manipulé dans un SIG. La gestion et l'accès à une base de données (BDG) est assuré par un SGBD géographiques. Ce dernier est un SGBD, il offre un type de donnée spatial dans son modèle de données et son langage de requêtes et il implémente ce type et ses opérateurs, fournissant au moins l'indexation spatiale et des algorithmes efficaces pour la jointure spatiale [62].

Les SGBD Géographiques peuvent être vus comme une extension des SGBD relationnels comme indiqué dans le tableau suivant :

	SGBD relationnel classique	SGBD spatial
Données	Entier, Réel, Texte, ...	Plus complexes: Point, Ligne, Région ...
Prédicats et Calculs	Tests : =, >, ... Calculs : +, /, ... et fonctions simples	Prédicats et calculs géom. et topologiques: Tests : intersecte, adjacent à, ... Fonctions géom. : intersection, surface...
Manipulation	Opérateurs de l'algèbre : Sélection, Projection, Jointure... Agrégats : Count, Sum, Avg...	Manipulation par thème ou inter-thèmes Sélection et jointure sur critère spatial Agrégats : fusion d'objets adjacents
Liens entre Objets	Par clés de jointures	Liens spatiaux (souvent) implicites
Méthodes d'accès	Index B-tree, hachage	Index R-tree, quad-tree, etc.

Tableau 3.1: Parallèle entre les SGBD relationnels classiques et les SGBD spatiaux [62]

II.2.2.5 DOMAINES D'APPLICATION DES SIG :

Il existe de nombreux domaines d'applications SIG [63] [41]:

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Planification urbaine (cadastrale, POS, voirie, réseaux assainissement,)
- Transports (voies de circulations, signalisation routière)
- La gestion des réseaux (AEP, gaz, électricité, téléphone ...)
- La gestion du patrimoine (espaces verts, parcs, jardins ...)
- Les applications topographiques (travaux publics et génie civil)
- Les études d'impact (implantation d'un centre commercial ou d'une école)
- Les études d'ingénierie routière (constructions de routes ou d'autoroutes)
- Protection civile (prévention des risques naturels et technologiques).
- La gestion des ressources naturelles (protection de l'environnement, études géologiques, climatologiques ou hydrographiques).

II.2.2.6 L'interopérabilité des SIG

La nécessité de mettre en relations des données provenant de différentes sources pour la mise en place de SIG a favorisé l'émergence de standards d'interopérabilité. Ce même besoin pousse aussi les SIG à utiliser de manière croissante le Web comme plate-forme de base [48].

L'interopérabilité est donc la capacité qu'ont plusieurs systèmes à se comprendre et à opérer ensemble. Ces systèmes peuvent être des humains, des logiciels, des services et des données, susceptibles de réaliser ensemble une application géographique. [48]

On peut distinguer quatre niveaux d'interopérabilité entre les systèmes, suivant les types d'hétérogénéité plus ou moins complexes qu'ils gèrent.

L'hétérogénéité système qui est venu dans les années 1970 avec les problèmes de communication entre matériels et systèmes d'exploitation différents ; ils ont été résolus par l'avènement des protocoles internet. Par la suite se sont posés les problèmes de **l'hétérogénéité structurelle**: c'est-à-dire les différences de modèles de données, **l'hétérogénéité syntaxique**, relative aux langages de manipulation de données. Des solutions ont été apportées par les formats standardisés d'échange de données. Le dernier type d'interopérabilité à obtenir est **l'interopérabilité sémantique**, décrite comme la

possibilité de relier le contenu et la représentation des sources d'information à des entités et des concepts du monde réel. Cela arrive très souvent car il n'existe pas de classification naturelle et unique en information géographique [48].

Idéalement, des systèmes sémantiquement interopérables pourraient répondre de façon unifiée à des requêtes de haut niveau portant sur les concepts et ne nécessitant pas la connaissance de la structure ou du schéma de la base de données [48]. Ce type d'hétérogénéité peut être résolu localement par des explications en langage naturel, ou globalement par l'utilisation d'ontologies communes basées sur l'interprétation sémantique de l'information géographique qui est le sujet de la partie suivante.

II.3 Les ontologies

II.3.1 Origine

Ontologie est un terme qui a été défini comme une branche fondamentale de la métaphysique en philosophie, elle est apparue au début des années 1990, qui permet de traiter la nature des êtres, en tant qu'être, c'est-à-dire étudier la notion d'existence et étudier aussi les critères principaux de l'existence, ce terme est construit à partir des racines grecques «*onto* » qui veut dire ce qui existe et «*logos* » qui veut dire l'étude donc l'étude de l'existence.

II.3.2 Définition

Les premiers, dans le cadre de l'intelligence artificielle, Neeches et ses collègues furent à proposer une définition à savoir : «une ontologie définit les termes et les relations de base du vocabulaire d'un domaine ainsi que les règles qui indiquent comment combiner les termes et les relations de façon à pouvoir étendre le vocabulaire» [58].

La définition proposée par Gruber est la suivante : «spécification explicite d'une conceptualisation» qui est jusqu'à présent la définition la plus citée dans la littérature en intelligence artificielle» [59], cette définition a été modifiée légèrement par Borst comme «spécification formelle d'une conceptualisation partagée» [44].

Ces deux définitions sont regroupées dans celle de Studer comme «spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée» [51].

- a- **Formelle** : l'ontologie doit être lisible par une machine, ce qui exclut le langage naturel.
- b- **Explicite** : la définition explicite des concepts utilisés et des contraintes de leur utilisation.
- c- **Conceptualisation** : le modèle abstrait d'un phénomène du monde réel par identification des concepts clefs de ce phénomène.
- d- **Partagée** : l'ontologie n'est pas la propriété d'un individu, mais elle représente un consensus accepté par une communauté d'utilisateurs.

Pour Guarino & Giaretta «Une ontologie est une spécification rendant partiellement compte d'une conceptualisation» [60].

Swartout et ses collègues la définissent comme suit : « une ontologie est un ensemble de termes structurés de façon hiérarchique, conçue afin de décrire un domaine et qui peut servir de charpente à une base de connaissances » [52].

La même notion est également développée par Gomez comme: «une ontologie fournit les moyens de décrire de façon explicite la conceptualisation des connaissances représentées dans une base de connaissances. » [61].

Donc une ontologie est un ensemble structuré de connaissances dans un domaine particulier qui permet de chercher à en représenter le sens des termes, elle exprime les relations entre ces connaissances.

II.3.3 Composants d'une ontologie

Les composants d'une ontologie sont [54]:

- a. Les concepts : appelés aussi termes ou classe de l'ontologie, est un élément de la pensée sémantiquement estimable et communicable.
- b. Les relations : appelés aussi propriétés sont l'ensemble des interactions et associations existant entre les concepts qui permettant de construire des représentations de la connaissance du domaine à étudier.
- c. Les fonctions : constituent des cas particuliers des relations.
- d. Les axiomes : appelés aussi règles, sont des expressions qui sont toujours justes, l'objectif de ces règles est la description des concepts et des relations qui permettent de représenter les concepts dans la phase sémantique.

e. Les instances : appelés aussi individus c'est la représentation des éléments dans un domaine à étudier.

II.3.4 Rôle des ontologies

Une ontologie permet la mise en œuvre de différentes techniques liées aux traitements que l'on peut appliquer à l'information dans des systèmes informatiques. Nous énumérons par la suite, les divers rôles que peuvent jouer les ontologies selon [57] [56].

II.3.4.1 La communication

Les ontologies peuvent intervenir dans la communication entre humains. Dans ce cas, elles servent par exemple, à créer au sein d'un groupe ou d'une entreprise un vocabulaire standardisé. Pour de tels besoins, on est plutôt dans le cadre d'une ontologie informelle. Dans le cas de la communication entre êtres humains et ordinateurs, l'ontologie est formelle et sert en général une à tâche précise dans le SBC ou le système d'information.

II.3.4.2 L'aide à la spécification de systèmes

L'ontologie peut servir divers aspects du développement des systèmes d'informations. Premièrement, elle peut assister le processus de construction de spécification de système. L'usage d'ontologie rend les documents du processus plus compréhensibles, évite l'ambiguïté dans la spécification. En outre, une représentation formelle d'ontologie permet un traitement automatique du développement. Elle soutient également l'automatisation du processus de vérification de fiabilité de systèmes.

II.3.4.3 L'interopérabilité

Les ontologies peuvent être utilisées Pour résoudre le problème de compréhension des informations échangées entre des systèmes coopérant à la réalisation d'une tâche globale.

II.3.4.4 L'indexation et la recherche d'information

Plus récemment, les travaux autour du Web sémantique ont réactivé la problématique et l'utilisation des ontologies pour construire les index conceptuels décrivant les ressources sur le Web.

L'indexation de ressources à partir d'une ontologie présente les avantages suivants :

- ✓ Aider l'utilisateur à formuler sa requête. En présentant l'ontologie à l'utilisateur. Il est possible de le guider dans le choix des termes de sa requête.
- ✓ Faciliter la recherche d'information au sein de collections hétérogènes en indexant tous types de ressource à partir des mêmes concepts.

II.3.5 Types d'ontologie

On distingue six types :

i. Ontologie de représentation des connaissances:

Ce type d'ontologie permet de formaliser les concepts dans le cadre de connaissances.

ii. Ontologie de haut niveau / supérieure

C'est une ontologie générale qui décrit des concepts tels que : les entités, les relations, les propriétés c'est-à-dire étudie les critères des choses qui existe.

iii. Ontologie générique

C'est une Méta-ontologie utilisable dans différents domaines, les concepts qui y sont définis sont génériques, ces concepts permet de résoudre des problèmes génériques.

iv. Ontologie du domaine

Cette ontologie régit un ensemble de vocabulaires et de concepts qui décrivent un domaine d'application ou monde cible. Elle permet de créer des modèles d'objets du monde cible. L'ontologie du domaine est une méta-description d'une représentation des connaissances, c'est-à-dire une sorte de méta-modèle de connaissance dont les concepts et propriétés sont de type déclaratif. La plupart des ontologies existantes sont des ontologies du domaine. Selon Mizoguchi, l'ontologie du domaine caractérise la connaissance du domaine où la tâche est réalisée. Dans le contexte de la formation à distance, un domaine serait par exemple : le téléapprentissage [53].

Donc l'ontologie de domaine permet de décrire des entités du domaine, et leurs propriétés, elles sont réutilisables dans différentes applications dans le même domaine.

v. Ontologie de taches

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 [53].

vi. Ontologie d'application

Cette ontologie est la plus spécifique. Les concepts dans l'ontologie d'application correspondent souvent aux rôles joués par les entités du domaine tout en exécutant une certaine activité [57]. C'est-à-dire elles comportent un grand ensemble d'informations essentielles qui permet de modéliser les connaissances pour une application spécifique.

II.3.6 Formalismes de représentation des ontologies

Il existe de nombreux formalismes pour représenter les ontologies, parmi ces formalismes :

i. Les frames

Introduit dans les années par Minsky, c'est un modèle de base qui permet de représenter une connaissance ou un certain concept dans un domaine.

ii. Graphes conceptuels

Sont conçus pour l'analyse et la compréhension applicables à la représentation des connaissances, ils sont décomposés en deux niveau :

- le niveau terminologique ou sont écrits les concepts, les relations, les instances de concepts.
- le niveau assertionnel ou sont représentés les règles et les contraintes.

II.3.7 Domaine d'application d'ontologies

Les ontologies sont utilisées dans plusieurs domaines, les plus répandus sont [56] :

- ✓ La communication
- ✓ L'interopérabilité entre les systèmes
- ✓ Ingénierie des systèmes.

II.4 Conclusion

Nous avons présenté dans cette partie, des généralités sur les SIG's, les différents fonctionnements, les architectures, les différentes, domaines d'applications, et les types d'hétérogénéité des SIG's , on a vu aussi l'ontologie comme solution pour assurer l'efficacité des recherches sémantique d'information dans les SIG's .

La description que nous avons faite sur ces domaines fournira au lecteur les bases nécessaires à la compréhension des concepts liés à ce type systèmes.

Dans ce chapitre aussi on a démontré les inconvénients du système d'information géographique ; « l'hétérogénéité », afin de résoudre cette limite, nous proposons dans le chapitre suivant une solution informatique permet d'optimiser le système de recherche d'information dans les SIG par la réalisation d'une architecture basé SMA et une ontologie de domaine.

Partie Pratique

Chapitre III

Conception et développement

III.1 Introduction

Ce chapitre traite du problème d'interopérabilité des systèmes d'informations géographiques (SIG) dans le cadre de systèmes d'aide à la décision. Notre objectif est de montrer comment utiliser une architecture à base d'agents dans un environnement de SIG coopératifs. Nous présentons une solution de médiation basée sur une architecture multi-agents adaptée aux spécificités des SIG, utilisant une représentation explicite de la sémantique au travers d'une ontologie commune. La solution est une approche sans schéma de fédération, l'architecture permet d'établir dynamiquement un lien entre l'utilisateur et les sources de données lors de l'exécution de la requête.

III.2 Description l'Environnement de développement

Le développement rapide des systèmes distribués et l'émergence des réseaux à grande échelle rend accessible un nombre sans cesse croissant de sources d'informations hétérogènes. Parmi les données proposées, les données à caractère spatial sont de plus en plus présentes, parce que les méthodes d'acquisition (GPS, images satellite, photo aériennes) sont désormais accessibles à tous.

Du fait de la masse d'informations présente, de leur hétérogénéité et de leur volatilité, la recherche et la consultation des données est un exercice coûteux en temps et en ressources. L'utilisateur a donc besoin d'outils pour rechercher, accéder, interroger, combiner les sources d'information relatives à ses activités.

L'interopérabilité des systèmes est une solution : elle propose un ensemble de processus afin de permettre à différents systèmes de partager des informations et des services. En conséquence, l'interopérabilité permet à un utilisateur d'exploiter, de manière transparente, les ressources de différents SIG, physiquement répartis et hétérogènes par leur contenu, leurs fonctionnalités et leur plate-forme.

Par exemple, dans le cadre d'une étude des sites tourisme dans wilaya Biskra avec des sources de données réparties :

- 1) Un SIG qui représente les sites touristiques (02 SIG hétérogènes).
- 2) Une ontologie de domaine « tourisme » de Biskra
- 3) Un modèle de visualisation.

III.3 Objectifs et principe de SIG

L'objectif de notre solution est la réalisation d'une interopérabilité ayant les caractéristiques suivantes :

- permettre à un utilisateur d'accéder de manière transparente à des ressources (données et opérations) fournies par des SIG hétérogènes et physiquement répartis.
- interopérabilité non intrusive, c'est-à-dire que les systèmes participant à la coopération ne sont pas modifiés dans leurs fonctionnalités habituelles, mais aussi que l'utilisateur du système l'interroge en restant dans son contexte;
- respecter l'autonomie des systèmes participants.
- construire un système coopératif flexible, permettant l'ajout de fonctionnalités, de services ou une extension du nombre de sources.

III.4 Architecture globale

SIG (Systèmes d'Informations Géographique) est une architecture multi-agents pour l'interopérabilité sémantique de SIG hétérogènes. Un agent est un composant logiciel autonome qui participe au fonctionnement global du système. Chaque agent est spécialisé dans la résolution d'un problème ou l'exécution d'une tâche particulière. L'architecture générale de SIG composée de trois types d'agents : l'agent Recherche, l'agent interface et l'agent Mobile.

- **Agent Recherche (AR)** : fait la recherche dans le SIG locale et rend le résultat exact
- **Agent Interface (AI)** : il sert d'interface entre l'utilisateur et le système coopératif. Il permet à l'utilisateur de définir son propre schéma en utilisant les termes de l'ontologie et de poser des requêtes sur ce schéma. L'Agent Interface communique avec autres agents pour transmettre les requêtes et délivrer les résultats.
- **Agent de Mobile(AM)** : il est représenté au niveau de la coopération. Il permet d'apporter une sémantique aux données et aux opérations d'un SIG local en exprimant un ensemble de correspondances, appelé contexte, entre les objets locaux et les concepts de l'ontologie. Les agents AM assurent les traductions sémantiques des requêtes et des données du contexte d'un SIG au contexte d'un autre SIG.

III.5 Architecture détaillé

Le Langage de Modélisation Unifié, est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes conçu pour fournir une méthode normalisée pour visualiser la conception d'un système. Il est couramment utilisé en développement logiciel et en conception orientée objet.

Pour cette raison présente les différents modèles de conceptions que nous avons réalisé afin d'implémenté notre application.

III.5.1 Cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation est un diagramme UML utilisé pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Un cas d'utilisation représente une unité discrète d'interaction entre un utilisateur (Human ou Machine) et un system. Il est une entité significative de travail

Dans un diagramme de cas d'utilisation il existe des acteurs (acteurs) qui interagissent avec des cas d'utilisation (use case) UC.

Les use case permettent de structurer les besoins des utilisateurs et les objectifs du système.

Une fois identifié et structuré ces besoins :

- Définissent le contour du système à modéliser.
- Permettent d'identifier les fonctionnalités principales ou critiques du système.

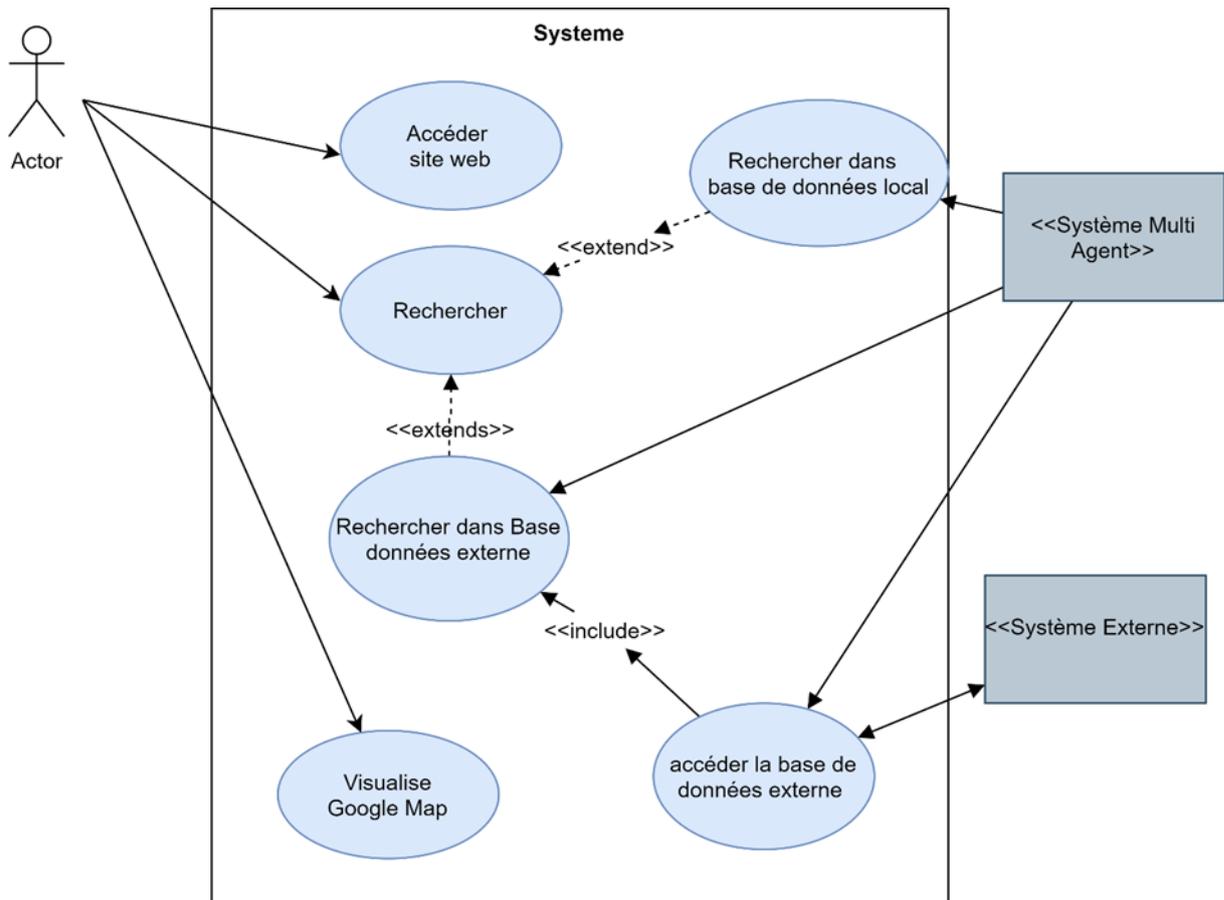


Figure 3.8: Diagramme cas d'utilisation

La Figure 3.1 présente le diagramme de cas d'utilisation de notre système. Ce diagramme contient les acteurs suivants (l'utilisateur, Système multi-agents, le système externe):

a- Pour « Utilisateur » :

L'utilisateur fait l'accès au système puis il entre sa requête « les mots clés », pour demander la page de présentation des sites voulus. Quand il reçoit la réponse il peut faire la visualisation de site à la question.

b- Pour « Système multi agent » :

C'est un système indépendant permet de recevoir et transmits l'information. Ces agents coopèrent entre eux pour faire une analyse et retournent les résultats exacts ainsi que les résultats similaires.

c- Pour « Système externe »

Il représente un système qui fait la mise à jour de la base de donnée de la direction de tourisme (SIG), il est responsable sur les différent opérations sur base de donnée et permet accès limité pour les autres (ex: requête recherche sur l'information seulement).

III.5.2 Diagramme de séquence :

Le diagramme de séquence montre l'ordre des échanges de messages et le passage du temps. C'est un diagramme dit temporel. Les principaux concepts sont les objets participants à la séquence, le temps, les messages, et la création et la suppression de participants. Comme ces diagrammes deviennent vite imposants en taille, la notion de fragment permet de les construire de façon modulaire.

III.5.2.1 Diagramme de séquence « connexion » :

La Figure 3.2 représente le diagramme de séquence de scénario d'accès aux site web. Dans ce diagramme en distingue deux lignes de vie qui constituent ce scenario. Ce dernier passe par les étapes suivantes :

1. L'utilisateur utilise le navigateur pour accéder au site web.
2. Le serveur lance trois Agents et initialiser les variables de connexion à la base de données et en fin réponde par Home.jsp.

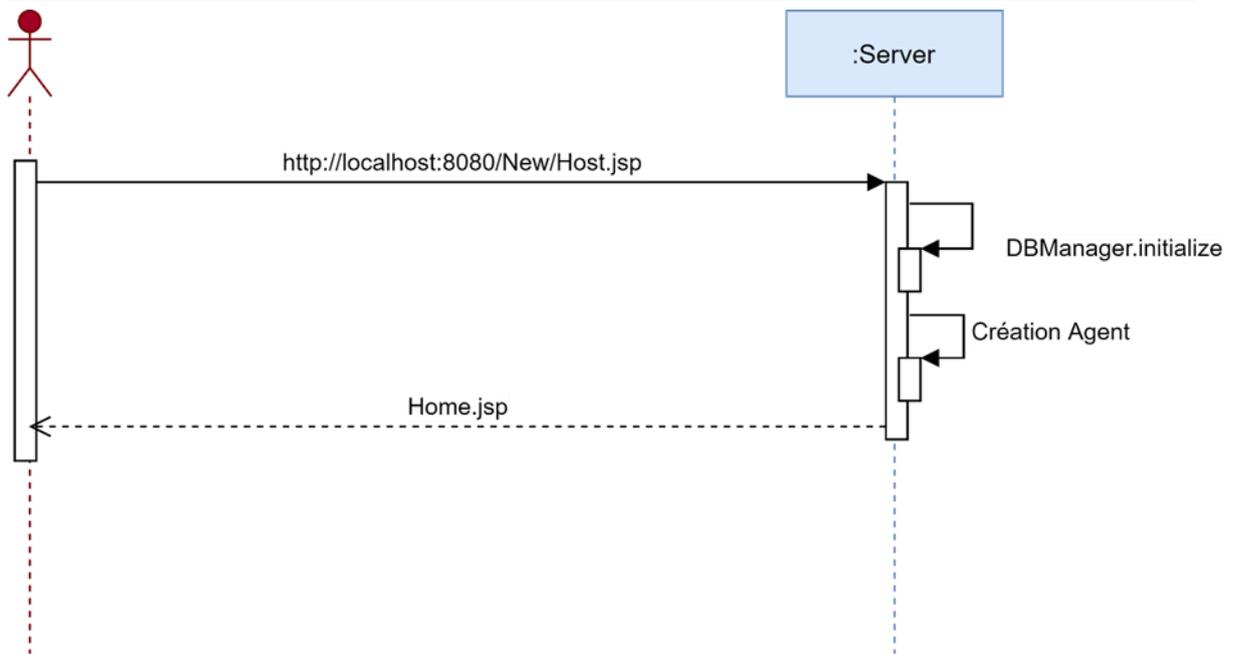


Figure 3.29: Diagramme de séquence "Scénario Connexion"

III.5.2.2 Diagramme de séquence « Recherche » :

La Figure 3.3 représente le diagramme de séquence de scénario recherche sur site web. Dans ce diagramme en distingue cinq lignes de vie qui constituent ce scénario. Ce dernier passe par les étapes suivantes :

1. Utilisateur entre sa requête « le mot clé » (avec méthode « Post »).
2. **GatewayAgent** permet l'échange d'information entre le site web et le système multi-agent, en premier lieu il prend la requête utilisateur et la transmet aux deux agents Recherche et Mobile.
3. **AgentRecherche** fait la recherche dans le SIG local « la base de données locale ».
4. **AgentMobile** fait la recherche sémantique à l'aide d'ontologie sur un 2ieme SIG « une base donnée externe ».
5. **GatewayAgent** recevoir le flux d'informations résultat de recherche à partir d'**AgentRecherche** ainsi que l'**AgentMobile** et réponde par une page Show.jsp.

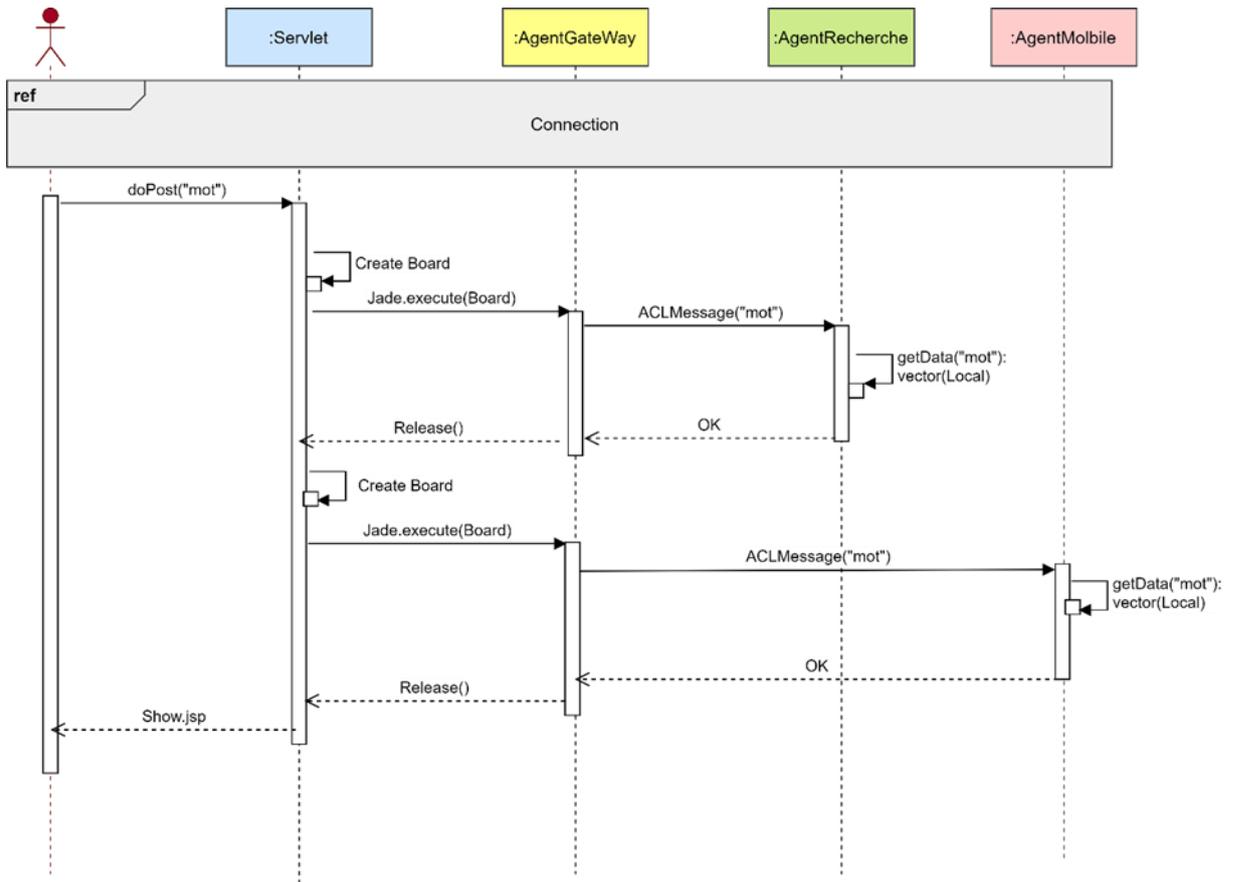


Figure3.3: Diagramme de séquence "Scénario recherche"

III.5.2.3 Diagramme de séquence « Visualiser »

La Figure 3.4 représente le diagramme de séquence de scénario visualisation dans Map à partir multiple variable (longitude, latitude, description).

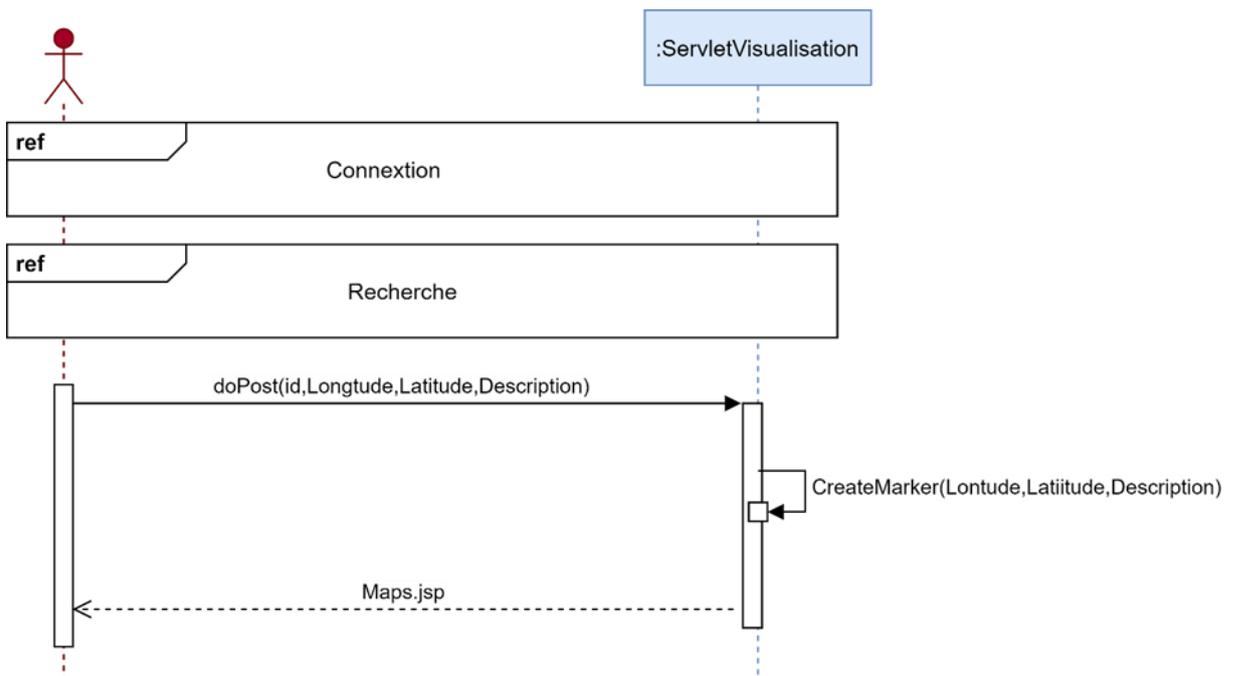


Figure3.4: Diagramme de séquence "Scénario visualisation"

III.5.3 Diagrammes de Paquetages

Les Diagrammes de Paquetages sont utilisés pour refléter l'organisation de paquetages et de leurs éléments. Lorsqu'il est utilisé pour représenter des éléments de classe, diagrammes de paquetages permettent de visualiser les espaces de noms. L'utilisation la plus courante pour diagrammes de paquetages est d'organiser des Diagrammes de Cas d'Utilisation et des Diagrammes de Classes. Bien que l'Utilisation des Diagrammes de Paquetages ne se limite pas à ces éléments UML.

Le diagramme de package montre l'organisation logique du modèle et les relations entre packages.

La Figure 3.5 représente le diagramme de package de notre système. Ce diagramme contient 4 packages qui sont représentés comme suit :

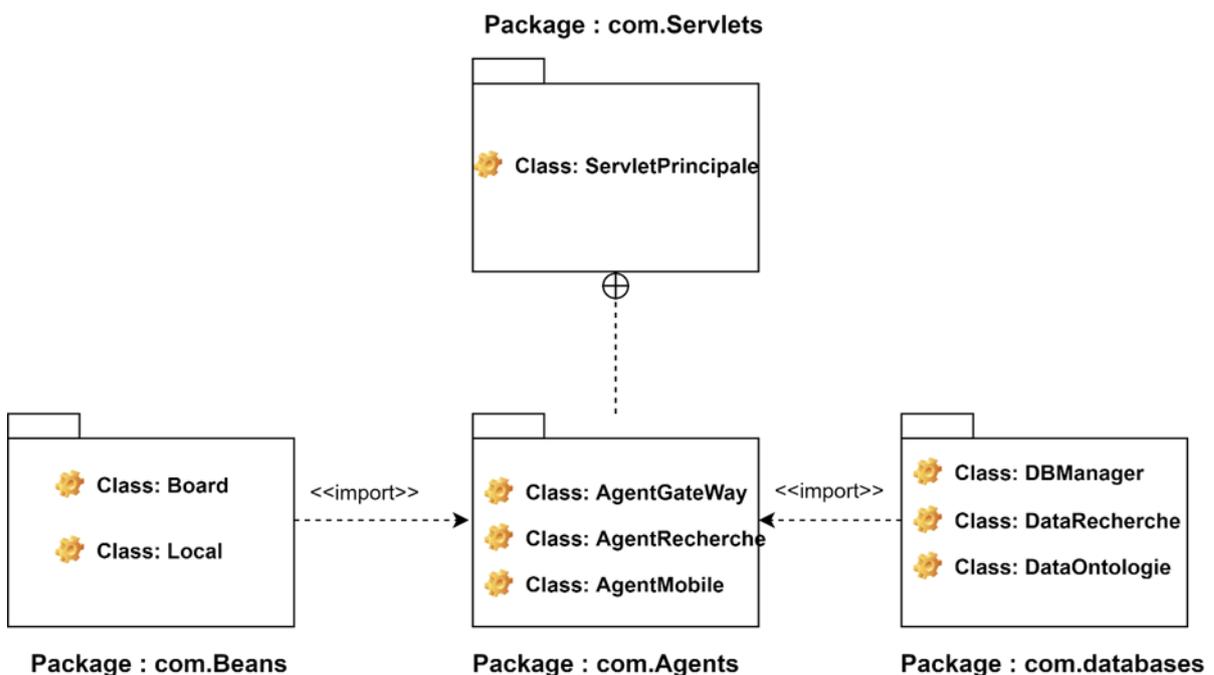


Figure 3.5: Diagrammes de Paquetages

1. **com.Servlets** : contient tous les classes qui gèrent le site web.
2. **com.Agents** : tous les agents qui participé pour crée un système multi-Agent.
3. **com.databases** : les classes qui gèrent les différentes opérations sur la base de donnée .
4. **com.Beans** : contient les deux classes suivantes :
 - **Board** : représente corps de message échangé entre servlet et agent Gateway.
 - **Local** : représente les variables contient l'information sur un site tourisme.

III.5.4 Diagramme de navigation

Un diagramme de navigation est un diagramme temporaire, non modifiable, qui affiche les résultats d'une requête sur élément de diagramme de contexte. Vous pouvez utiliser les diagrammes de navigation pour naviguer au sein des éléments et des relations dans un projet.

La Figure 3.6 représente le modèle de navigation de notre application Web. Ce modèle est composé de 9 pages qui sont reliées entre eux avec des liens. Ces liens sont des chemins dans un réseau il s'agit de déplacer dans l'application.

Les chemins les plus importants dans notre application sont :

- 1- Host.jsp ->(Home.jsp, Sig.jsp, Project.jsp, About.jsp, Contact.jsp) : permet accès à différent page de site web.
- 2- Les page principale -> Show.jsp : toutes les page contient un champ de recherche qui permet de guidé à la page d'affichage de résultat.
- 3- Show ->(Maps.jsp or Multimaps.jsp):
 - **Maps.jsp** : pour visualiser un site touristique.
 - **MultiMaps** : pour visualiser plusieurs sites touristiques.

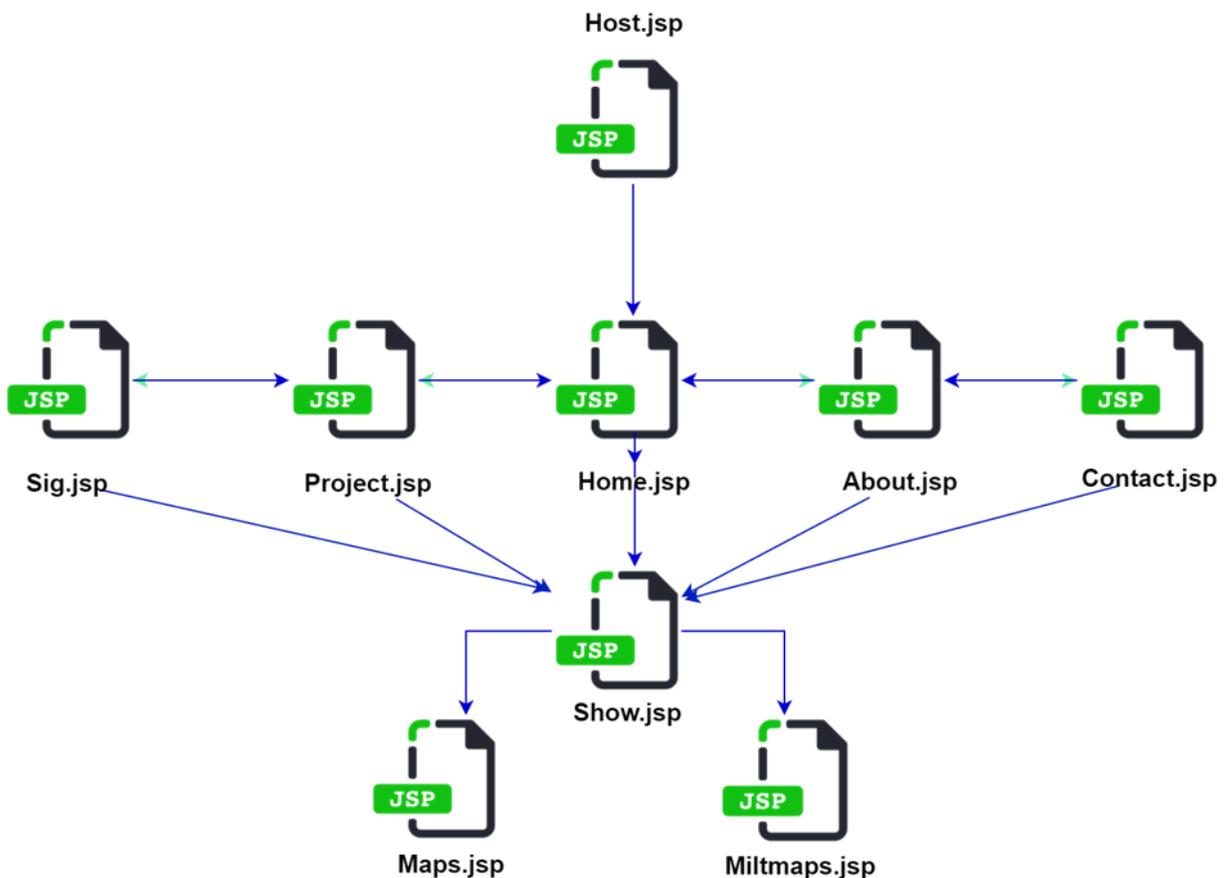


Figure 3.6:Diagramme de navigation

III.6 Technologies utilisé

III.6.1 Google API

L'API Maps vous permet de personnaliser les cartes avec votre propre contenu et vos propres images pour les afficher sur les pages Web et les appareils mobiles. L'API Maps propose quatre types de cartes de base (feuille de route, satellite, hybride et terrain) que vous pouvez modifier à l'aide de couches et de styles, de commandes et d'événements, ainsi que de divers services et bibliothèques.

Note :

Pour charger l'API JavaScript Maps en ligne dans un fichier HTML, ajoutez une balise de script comme indiqué ci-dessous.

```
<script defer
  src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY&callback=initMap">
</script>
```

III.6.2 Jade dans WEB

Pour utiliser Jade dans les pages JSP nous respectons les étapes suivantes :

1. Nous assurons les trois choses :

- **Navigateur** : s'exécute côté client.
- **Servlet** : s'exécute côté serveur.
- **BlackBoard** : est un objet créé par le servlet et utilisé comme canal de communication.
- **GatewayAgent** : est également créé par le servlet et se comporte comme un intermédiaire entre servlet et les agents.

2. Chronologie :

- Dans le navigateur, l'utilisateur provoque un événement et génère un message POST.
- Le servlet le gère et « **sendmessage** action » est appelée.
- L'action crée un nouvel objet **BlackBoard** qui sera le canal de message entre le **GatewayAgent** et le servlet.
- **GatewayAgent** obtient l'objet de tableau de bord créé précédemment pour connaître qui est l'émetteur et quel est le message.

- Après ça, il envoie le message vers d'autres agents..
- L'AgentGateway emballe la réponse venu de 2 agents et l'envoie via **Blackboard** au servlet.
- Le servlet le transmet au navigateur.

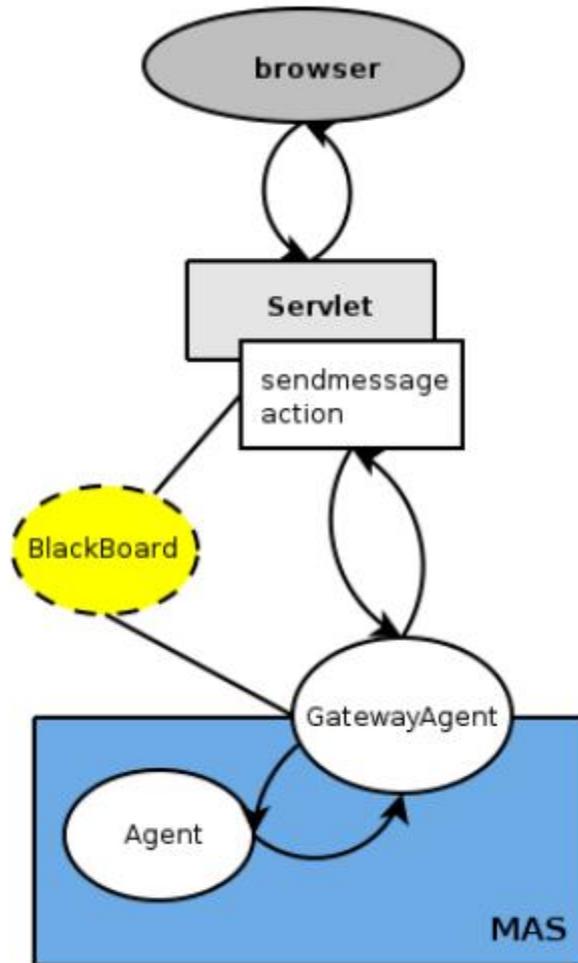


Figure3.7: Intégration JADE dans web

III.7 Outils de développement

III.7.1 Environnement logiciel

Après avoir présenté les moyens matériels mise à notre disposition dans le cadre de réalisation de cette application, nous abordons dans cette partie les moyens logiciels utilisés. Ces logiciels sont utilisés pour la réalisation de ce projet ainsi que pour la rédaction du rapport sont :



Le logiciel Eclipse est un environnement intégré de développement (IDE) pour le langage Java (et d'autres langages). Gratuit, il peut être téléchargé sur le site www.eclipse.org



Tomcat est un serveur d'applications Java. Nous avons déjà présenté ce qu'est une application web. Elle permet de générer une réponse HTML à une requête après avoir effectué un certain nombre d'opérations



XAMPP est une plate-forme de développement Web sous Windows pour des applications Web dynamiques à l'aide du serveur Apache2, du langage de scripts PHP et d'une base de données MySQL. Il possède également PHPMyAdmin pour gérer plus facilement vos bases de données.

III.7.2 Langages utilisé



Le *HTML5* est la dernière version en date du langage de développement web HTML. Le HTML5 comprend de nouvelles balises et de nouveaux attributs pour les pages web et ouvre surtout de nouvelles possibilités de développement pour les sites mobiles.



Les *CSS*, Cascading Style Sheets (feuilles de styles en cascade), servent à mettre en forme des documents web, type page HTML ou XML. Par l'intermédiaire de propriétés d'apparence (couleurs, bordures, polices, etc.) et de placement (largeur, hauteur, côte à côte, dessus-dessous, etc.),



Le *Javascript* est un langage de script incorporé dans un document HTML. Historiquement il s'agit même du premier langage de script pour le Web. Ce langage est un langage de programmation qui permet d'apporter des améliorations au langage HTML en permettant d'exécuter des commandes du côté client, c'est-à-dire au niveau du navigateur et non du serveur web.



Les *JSP* (Java Server Pages) sont une technologie Java qui permet la génération de pages web dynamiques.

La technologie JSP permet de séparer la présentation sous forme de code HTML et les traitements écrits en Java sous la forme de JavaBeans ou de servlets. Ceci est d'autant plus facile que les JSP définissent une syntaxe particulière permettant d'appeler un *Bean* et d'insérer le résultat de son traitement dans la page *HTML* dynamiquement.



MySQL est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle, Informix et Microsoft SQL Server.

III.8 Résultat

- Cette capture représente la première page de site web.

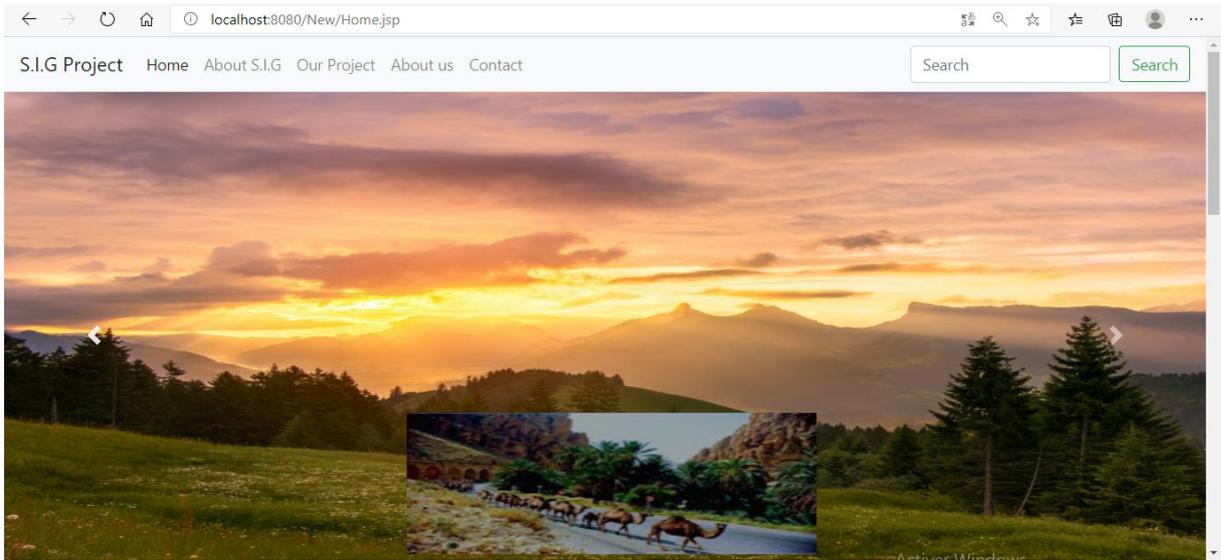


Figure 3.8: La page accueil

- Cette capture représente la page qui donne information sur S.I.G .

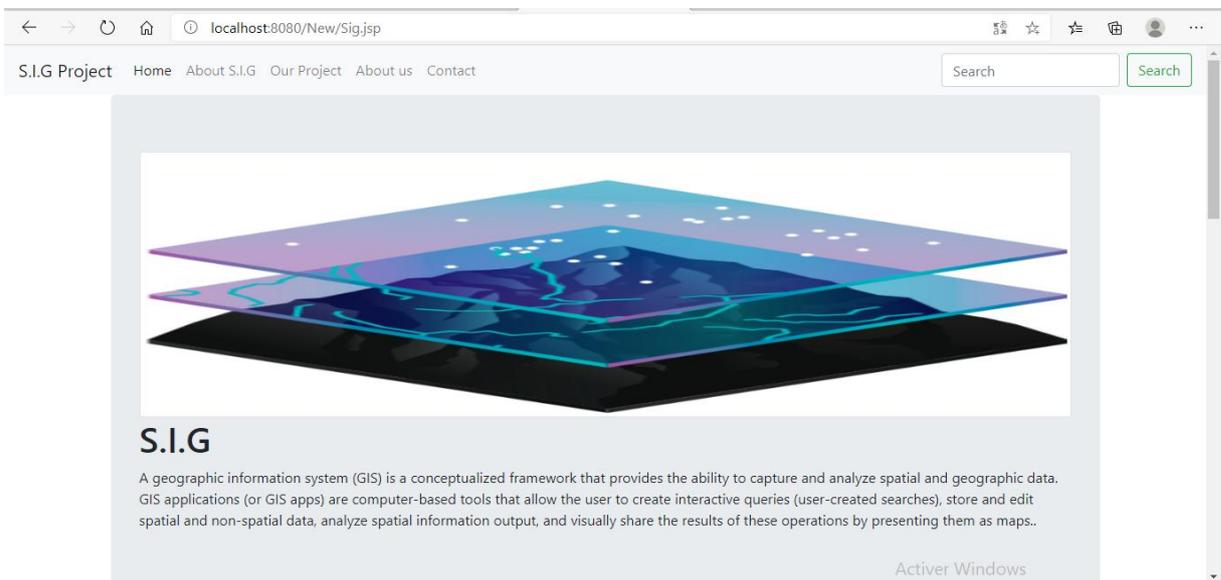


Figure 3.9: La page SIG

- Cette capture représente la page qui explique tous ce qui 'existe dans le projet.

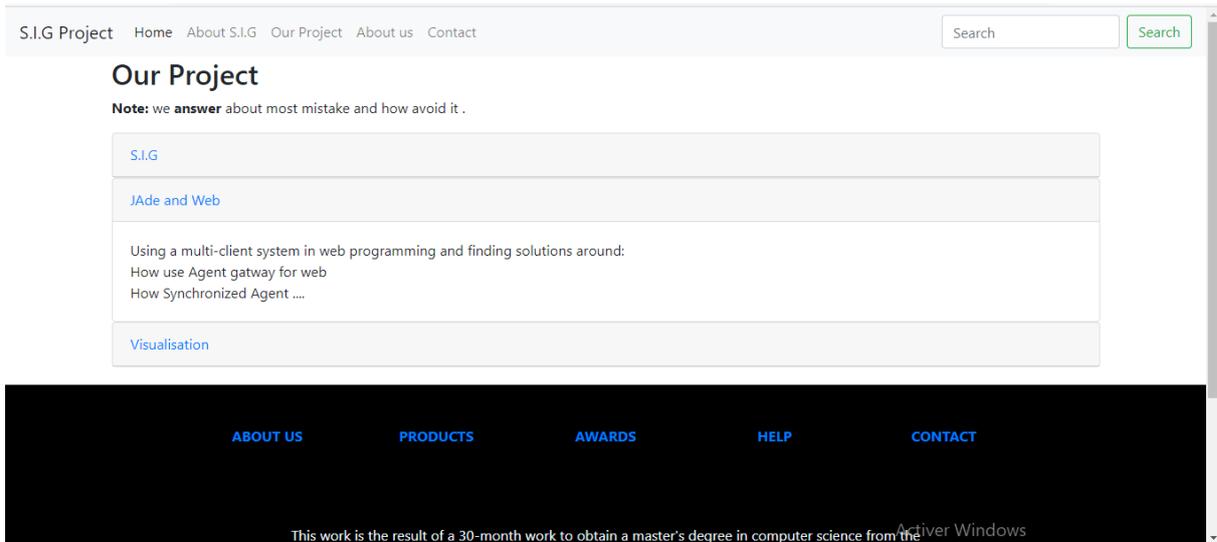


Figure 3.10: La page explique la projet

- Cette capture représente la page de communauté sur SIG.

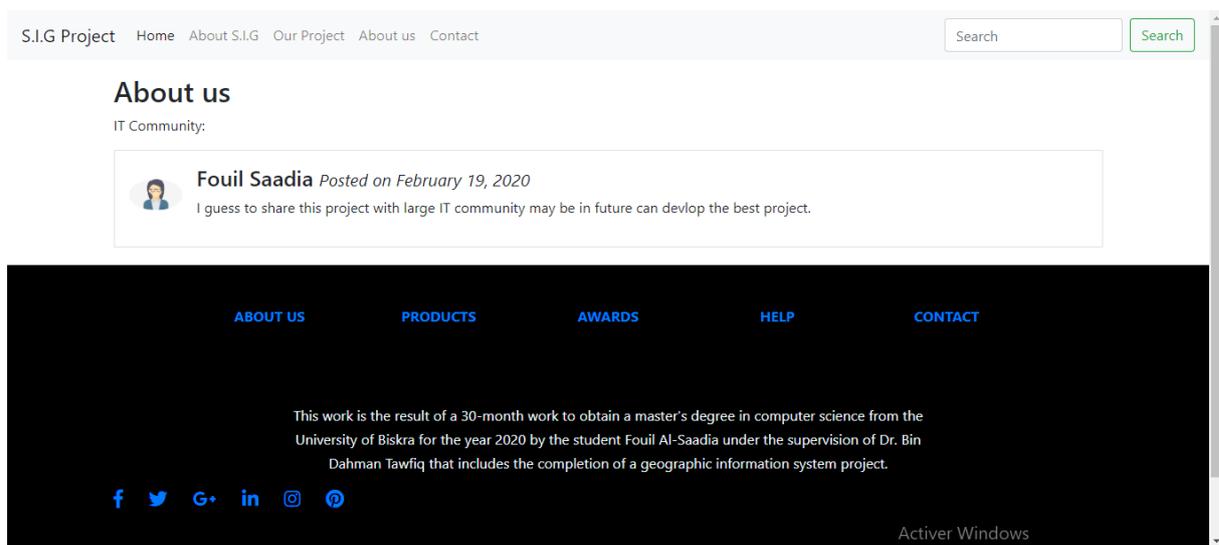


Figure 3.1110 :La page de communauté sur SIG

- Cette capture représente la page contact.

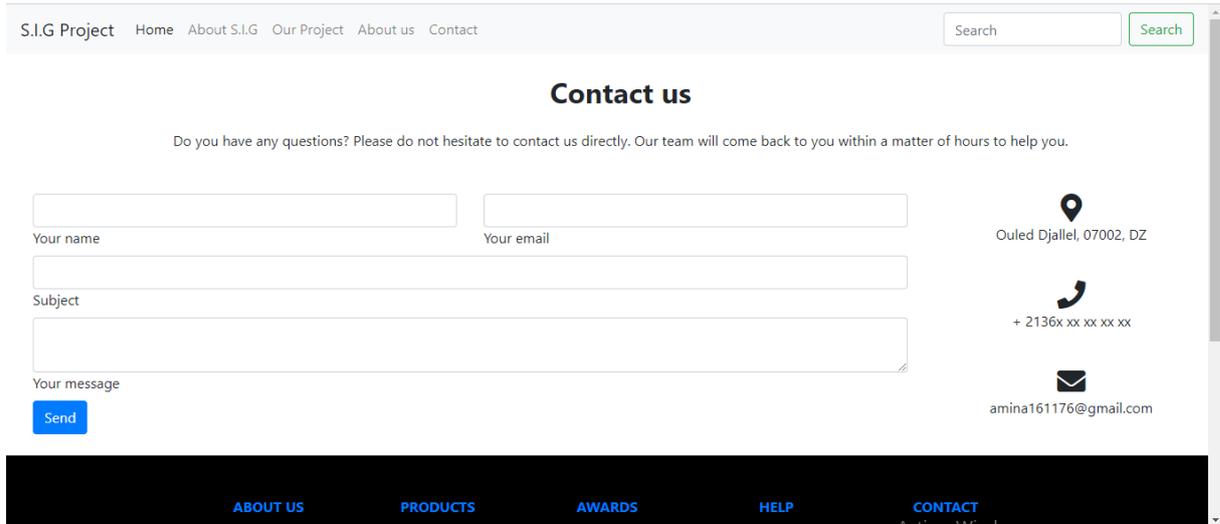


Figure 3.12: La page contact

- Cette capture représente la page d’affichage résultats et résultats similaire.

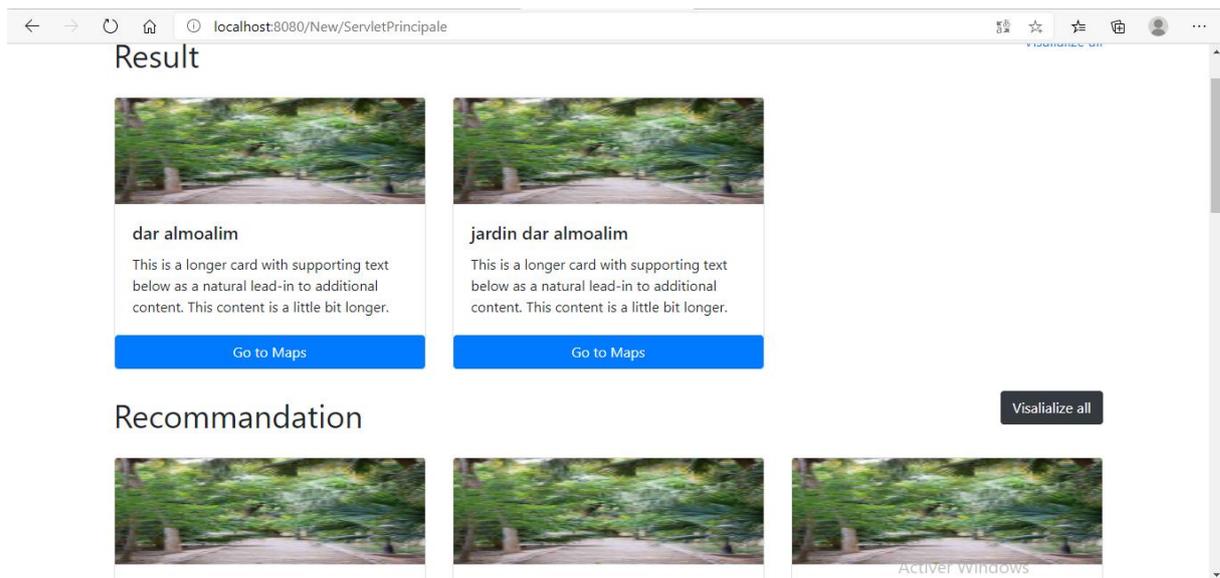


Figure 3.13: La page d’affichage de résultat

- Cette capture représente la page visualisation un site tourisme dans Map.

My Google Maps Demo

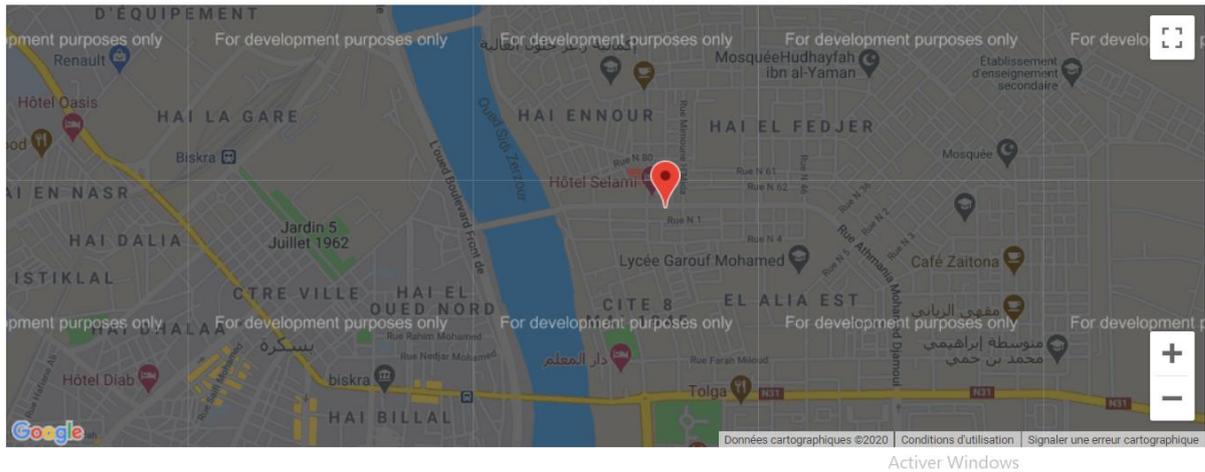


Figure3.14: La page de visualisation d'une position

- Cette capture représente la page visualisation des sites touristes dans Map.

My Google Maps Demo

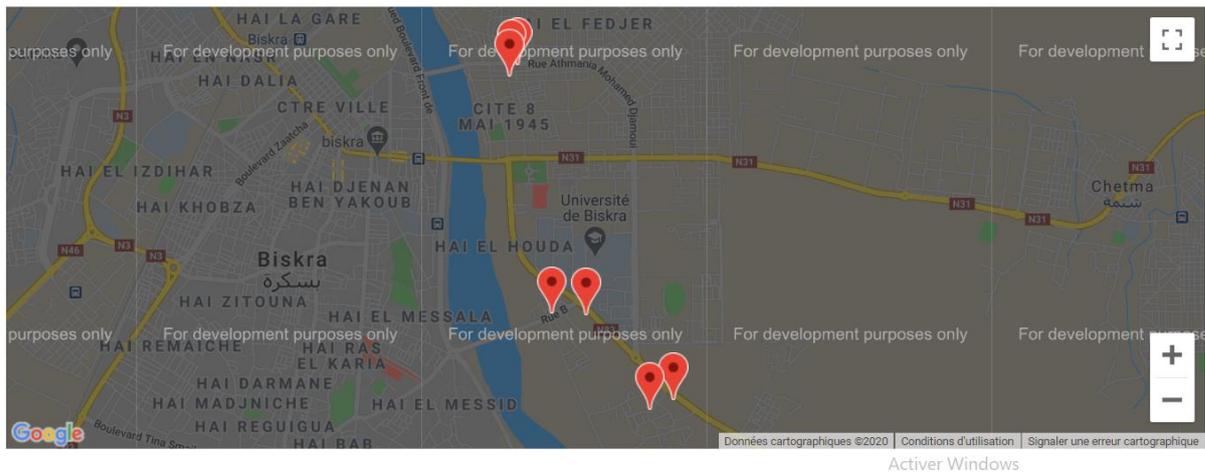


Figure 3.15: La page de visualisation de plusieurs positions

- Cette capture représente les différents messages échangés entre les Agents.

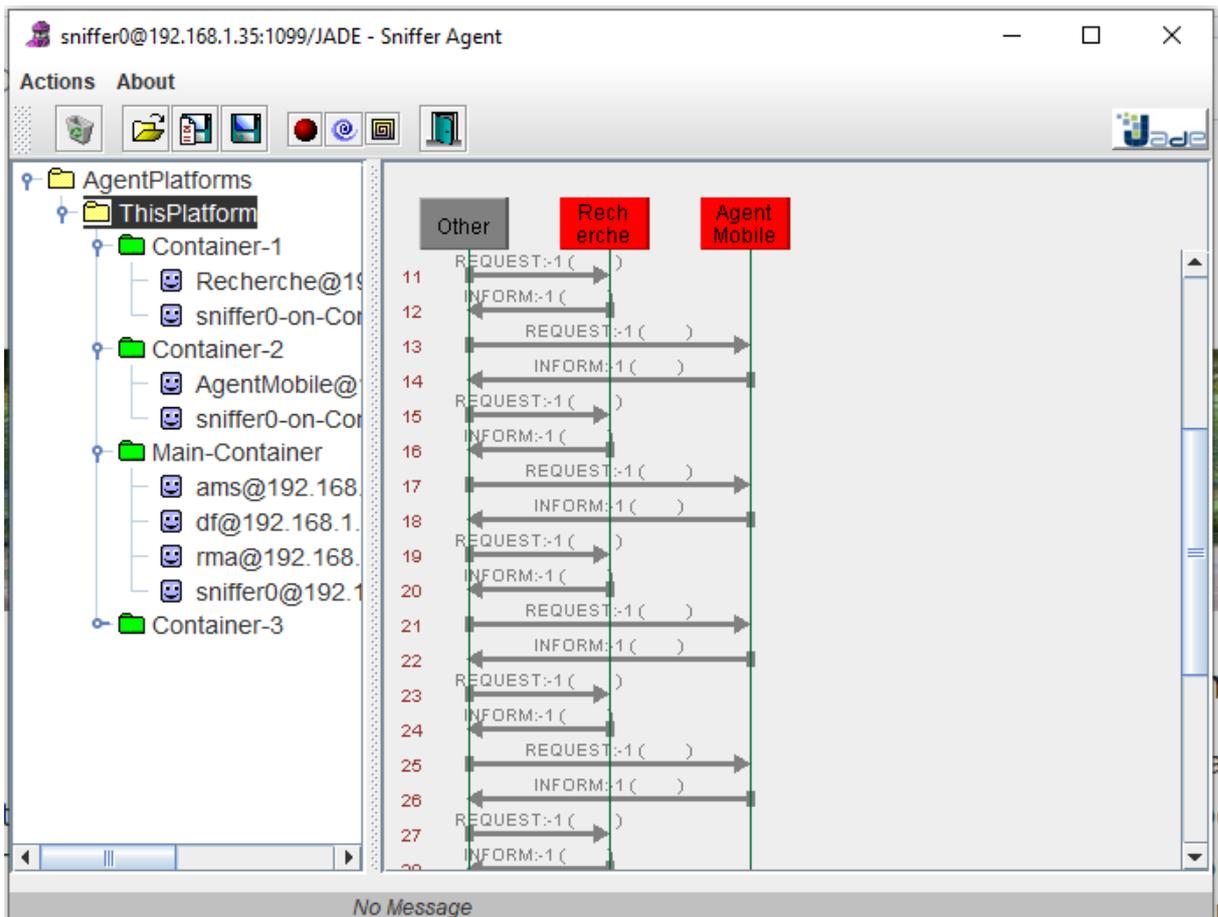


Figure 3.16 : interconnexion entre Agents

III.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la démarche adoptée pour la conception d'un système de recherche sémantique d'informations à base d'agent ontologique en décrivant l'architecture de cette démarche. Nous avons montré le rôle de l'agent dans notre système et comment les tâches sont réalisées par cet agent. Les résultats obtenus sont montrés ainsi que les outils d'implémentation utilisés.

Conclusion

GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Nous rappelons que notre travail de recherche s'inscrit dans le cadre des systèmes d'information géographique. L'objectif principal est la proposition d'une approche Multi-Agents pour la mise en œuvre des mécanismes d'interopérabilité sémantique entre plusieurs sources d'information distribuées et hétérogènes. Notre ambition à travers ce travail est de proposer une architecture qui réponde à la problématique d'interopérabilité sémantique pendant le traitement des requêtes.

Pour cela nous avons établi une étude du paradigme agent qui nous a permis de constater l'apport des SMA dans la modélisation des systèmes d'information coopératifs. Concernant les technologies permettant l'interopérabilité sémantique, nous avons constaté aussi que ces derniers ont pris une énorme importance de part leur création, normalisation et standardisation par de grands constructeurs et organisations. Dans cette étude, nous avons focalisé sur la notion d'ontologie qui est jugée comme l'un des moyens les plus efficaces pour la représentation formelle de la sémantique, surtout dans le cadre de la coopération de sources d'information hétérogènes.

L'approche que nous avons proposée a conduit à une architecture générique dédiée à la coopération des sources d'information. Nos principales contributions sont résumées comme suit :

- La proposition d'une architecture composée d'un ensemble d'agents organisés dans des niveaux différents et selon des fonctionnalités complémentaires. Les agents d'information sont la base de cette architecture car ils sont responsables de la gestion du processus global de coopération selon une approche sémantique.
 - L'adoption d'une approche ontologique pour la résolution des conflits au niveau sémantique.
 - La spécification d'un protocole de coopération pour traiter les requêtes posées par les utilisateurs.
- Dans le but d'une continuité de nos travaux de recherche, nous envisageons de compléter la résolution de tous les conflits sémantiques pour assurer une transparence complète à l'utilisateur.

Vu que l'évolutivité et la scalabilité sont essentielles dans le cadre des SIG, nous envisageons l'amélioration de l'architecture pour qu'elle soit capable de traiter ces deux propriétés.

Bibliographie

- [1] W N Zemirli, «Modèle d'accès personnalisé à l'information basé sur les Diagrammes d'Influence intégrant un profil utilisateur évolutif», thèse de doctorat, l'Université Paul Sabatier de Toulouse III, 12 Juin 2008
- [2] K. Rezeg, «Découverte des services dans les systèmes d'information géographiques répartis sous réseau ad-hoc», thèse de doctorat, l'Université Med Khider Biskra, 18 Janvier 2011.
- [3] C.VanRijsbergen. « A non-classical logic for information retrieval ». The computer journal, 29(6) :481.485, 1986.
- [4] N. Belkin and W. Croft. «Information ltering and information retrieval : Two sides of the same coin ?» Communication of the ACM, 35(12) :29.38, 1992.
- [5] S. Robertson and K. Sparck Jones. «Relevance weighting for search terms. Journal of The American Society for Information Science», 27(3) :129.146, 1976.
- [6] G. Salton. «The SMART Retrieval System. Experiments in Automatic Document» Processing. Prentice-Hall Inc, NJ, 1971.
- [7] R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto, et al. Modern information retrieval, volume 463. ACM press New York, 1999.
- [8] B. Ricardo and R. Berthier. Modern information retrieval: the concepts and technology behind search second edition. Addison Wesley, 2011.
- [9] M. Baziz. Indexation conceptuelle guidée par ontologie pour la recherche d'information. PhDthesis, Toulouse 3, 2005.
- [10] K. Schoefegger, T. Tammet, and M. Granitzer. A survey on socio-semantic information retrieval. Computer Science Review, 8 :25–46, 2013.
- [11] E. Fox, Extending the boolean and vector space models of information retrieval with p-Norm queries and multiple concept types, PhD Thesis Cornell University, 1983.
- [12] Salton, G., Automatic text processing : The transformation, analysis and retrieval of information by computer. Addison-Wesley publishing, MA. 1989.
- [13] Luhn, H., A statistical approach to mechanized encoding and searching of literary information. IBM, 1(4):309–317, 1957.

- [14] G Salton,., Introduction to modern information retrieval. New York, McGraw-Hill. 1983.
- [15] Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1995.
- [16] Jennings.N.R., Sycara,K., Wooldridge.M., A roadmap of agent research and development, International Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (1), pp 7-38, 1998.
- [17] J.ERCEAU, "*Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi- Agents de la théorie aux applications*", 23ème Ecole Internationale d'Informatique de l'AFCEI, Neuchâtel, 1993.
- [18] B. CHAIB DRAA, "*Interaction between agents in routine, familiar and unfamiliar situations*", International Journal of Intelligent and Cooperative Information Systems, 1996.
- [19] A.DROGOUL, "*De la simulation Multi-Agent à la résolution collective de roblèmes*", Thèse de Doctorat, Université Pière et Marie Curie - Paris VI, 1996.
- [20] M. Wooldridge, N. R. Jennings., D.Kinny, The Gaia Methodology for Agent-Oriented Analysis and Design, Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, vol. 3, n° 3, p. 285-312, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [21] René Mandiau, Emmanuelle Grisling Lestrugeon. « Systèmes Multi-agents». Techniques de l'ingénieur, traité Informatique Industrielle S7216.2002.
- [22] Marjorie Le Bars, « Un Simulateur Multi-Agent pour l'Aide à la Décision d'un Collectif : Application à la Gestion d'une Ressource Limitée Agroenvironnementale», Université Paris IX-Dauphine, 2002
- [23] Demazeau, Y. : From interactions to collective behavior in agent-based systems. In proceedings of the First European Conference on Cognitive Science, pp.117-132,1995.
- [24] Demazeau Y., VOYELLES, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, INP Grenoble, 2001.
- [25] Juan Pavon « INGENIAS : Développement Dirigé par Modèles des Systèmes Multi-Agents », Université Pierre et Marie Curie, 2006
- [26] O., Boissier, S., Gitton, P.Glize, Caractéristiques des Systèmes et des Applications. Systèmes Multi-Agents, Observatoire Français des Techniques Avancées, ARAGO 29, Diffusion Editions TEC & DOC, pp. 25-54, 2004.
- [27] K.FISCHER, B.CHAIB DRAA, H.J.MÜLLER, J.P.MÜLLER, M. PISCHEL "*A simulation approach based on negotiation and cooperation between agents*", IEEE Trans on Systems, man and cybernetic, 1999.
- [28] I.JARRAS, B.CHAIB DRAA, "*Aperçu sur les systèmes multi agents*", Série Scientifique, Montréal, Juillet 2002.

- [29] S. Labidi, W. Lejouad, « De l'Intelligence Artificielle Distribuée aux Systèmes Multi-Agents », Rapport de recherche n°2004 , 39 pages, 1993
- [30] A.CHAVEZ, P.MAES, "*Kasbah : An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods*". In Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology, London, 1996.
- [31] V.CHEVRIER, "*Etude et mise en œuvre du paradigme Multi Agents l'atome à Gtmas*", Thèse de Doctorat, Université de Nancy I, 1993.
- [32] J. Ferber, Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective. Edition Inter-éditions, Paris, 1995.
- [33] J.FERBER, "*Les systèmes multi-agents : un aperçu général*". Technique et Science Informatiques, Vol.16 N°8, 1997.
- [34] R.Englemore, T.MORGAN, "*Blackboard system*", Addison-Wesley Reading, Massachusetts, USA, 1988.
- [35] Vercouter, L., MAST : Un modèle de composants pour la conception de SMA. 1ere Journée Multi-Agents et Composants (JMAC'04), Paris, France, 23 Novembre2004.
- [36] H.V.D. Parunak, Industrial and Practical Applications of DAI.Multiagent systems : a modern approach to distributed artificial intelligence, page 377, 2000.
- [37] J.FERBER, "*Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective*", InterEditions, 1995.
- [38] P.Cohen, H.J.Levesqueyu, "*Intention is choice with commitment*", Artificial Intelligence, 1988.
- [39] D.Pruitt, "*Negotiation Behavior*", Academic Press, 1981.
- [40] S. Oufellah, "*Un Système Interactif d'Aide à la Décision de Groupe En Aménagement du Territoire*", Mémoire de Magister, Université d'Oran Es-senia, Faculté des Sciences, Département d'Informatique, 2009.
- [41] Thomas Thevenin, système d'information géographique de la géographie à l'aménagement Département de géographie , laboratoire THEMA /CNRS
- [42] B. Chaib Draa, "*Systèmes multi-agents*", support de cours pour les masters, 2009.
- [43] J.HOC "*Supervision et controle de processus la cognition en situation dynamique*", Presses Universitaires de Grenoble, 1996.

- [44] Borst W. N., 1997. Construction of Engineering Ontologies. Thèse de doctorat, Center for Telematica and Information Technology, Université de Tweent, Enschede.
- [45] A. BENABBOU, "*Vers un Système Interactif d'Aide Multicritère à la Décision de Groupe en Aménagement du Territoire*", , Mémoire de Magister, Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen, 2010.
- [46] O.Boissier, Y.Demazeau, "*Multisensor Fusion and Integration for Intelligent systems*", IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration, 1994.
- [47] C.Hanachi, C.Sibertin-blanc, « introduction aux systèmes multi agents », université Toulouse i &irit.
- [48] A.Benelhadj Djelloul, Urbanisation d'une Infrastructure de type S.I.G Par Une Approche ontologique, Magister, l'Université Med Khider Biskra, 2013
- [49] Laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT - IRD 2000
- [50] E.H.DURFEE, V.R.LESSER, "*Using partial Global Plans to coordinate distributed problem solving*", Proceeding of the 10t International Joint Conferences on Artificial Intelligence, Italy, 1987.
- [51] Studer R., Benjamins V. R. et Fensel D., 1998. Knowledge engineering: Principles and Methods. Data Knowledge Engineering, 25: 161- 197 .
- [52] Swartout B., Patil R., Knight K. et Russ T., 1997. Towards Distributed Use of Large Scale Ontologies. Spring Symposium Series on Ontological Engineering, Stanford University,CA. pp. 138- 138
- [53] Mizoguchi R., Kozaki K., Sano T. et Kitamura Y. 2000. Construction and Deployment of a Plant Ontology. The 12th International Conference, EKAW2000, Juan-les-Pins, France, pp.113-125.
- [54] Mellal N., "Réalisation de l'interopérabilité sémantique des systèmes, basée sur les ontologies et les flux d'information", Thèse de Doctorat, Université de Savoie, 2007.
- [55] Maedche A., 2002. Ontology Learning for the Semantic Web. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- [56] Uschold M., Gruninger M., "Ontologies: principles, methods, and applications". Knowledge Engineering Review, Vol.11,No2, pp.93–155, 1996.
- [57] Zouggar N., Vallespir B., Chen D., "Enrichissement de la MODélisation d'Entreprise par les Ontologies", LAPS/GRAI Université Bordeaux1, ENSEIRB, UMR CNRS 5131. 6e Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation - MOSIM'06 ,2006.

- [58] Neeches R., Fikes R. E., Finin T., Gruber T. R., Senator T. et Swartout W. R., 1991. Enabling technology for knowledge sharing. *AI Magazine*. 12: 36-56.
- [59] Gruber T., 1993. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition Journal*. 5:199 -220 .
- [60] Guarino N., et Giaretta P., 1995. Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. In *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing*, Mars N. J. I., Amsterdam: IOS Press. pp. 25–32 .
- [61] Gomez P.A., 1999. Développements récents en matière de conception, de maintenance et d'utilisation d'ontologies. 3èmes rencontres Terminologie et intelligence artificielle TIA. 99-20.
- [62] K. Zeitouni et L. Yeh. « Le Data Mining Spatial et les bases de données spatiales». In *Actes des Journées Data Mining Spatial et Analyse du Risque*, Versailles, 2000.
- [63] <http://www.cairn.info/les-systemes-d-informations-geographique--9782130539230-page-88.htm>
- [64] <https://www.esrifrance.fr/sig2.aspx>
- [65] https://www.memoireonline.com/02/10/3158/m_Conception-et-realisation-dune-application-de-webmapping-danalyse-territoriale-sur-des-SIG-et-bas6.html
- [66] <https://www.natucom.ch/cartographie-et-sig/logiciels-et-materiel>