

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université M'hamed BOUGARA de BOUMERDES



Faculté des Sciences  
Département d'Informatique

## MEMOIRE DE MAGISTER

**Spécialité : Système informatique et génie des logiciels**

**Option : Spécification Logiciels et Traitement de l'Information**

**Ecole Doctorale**

**Présenté par :**

**CHOUIREF Zahira**

**Thème**

**Un système de programmation fonctionnelle  
pour la composition de services Web.**

Devant le jury de soutenance composé de:

Mr. MEZGHICHE Mohamed	Professeur	UMBB	Président.
Mr. BELKHIR Abdekader	Maître de conférence	USTHB	Rapporteur.
Mr. AHMED NACER Mohamed	Professeur	USTHB	Examineur.
Mr. HAMDANI Chaabane	Maître assistant	UMMTO	Invité.

Année Universitaire : 2007/2008

# Table des Matières

Remerciement .....	i
Table des matières .....	ii
Liste des figures .....	v
Liste des Acronymes .....	vi
Résumé - Abstract .....	vii
Introduction générale .....	01
Contexte et Problématique .....	03
Motivation .....	04
Organisation .....	05

## Première partie - Etat de l'art des services Web et de la composition de services Web

<b>Chapitre 1 - Les services Web</b> .....	07
1.1. Introduction .....	07
1.2. Définition et Concepts .....	07
1.2.1. Origines .....	07
1.2.2. Définition des services Web .....	08
1.3. Architecture des services Web .....	10
1.4. L'infrastructure des services Web : les standards en jeu dans l'architecture .....	13
1.4.1. Rôle de XML dans l'infrastructure services Web .....	13
1.4.2. La communication : SOAP .....	14
1.4.3. Description de service : WSDL .....	17
1.4.4. Service recherche et publication : UDDI .....	19
1.5. Conclusion sur les standards .....	22
1.6. Architecture étendue .....	22
1.7. Problématique de recherche sur les services Web .....	23
1.7.1. Sélection des services Web .....	23
1.7.2. Découverte de services Web .....	23
1.7.3. Découverte dynamique .....	25
1.7.4. Composition de Services Web .....	25
1.8. Conclusion .....	26
<b>Chapitre 2 - Composition de services Web sémantiques</b> .....	27
2.1. Introduction .....	27
2.2. Services Web Sémantique .....	27
2.2.1. Description comportementale de services Web .....	28
2.2.2. Sémantique, Ontologie et services Web .....	28
2.3. Composition de services Web sémantiques .....	29
2.4. Issues de Composition .....	31
2.4.1. Coordination .....	31
2.4.2. Transaction .....	31
2.4.3. Contexte .....	32
2.4.4. Modèle de conversation .....	32
2.4.5. Supervision de l'exécution (Exécution monitoring) .....	33
2.4.6. Infrastructure .....	33
2.5. Classification de composition de services Web (type) .....	34
2.5.1. Composition statique .....	34
2.5.2. Composition dynamique .....	35
2.5.3. Composition vision industrielle .....	36
2.5.4. Composition vision académique .....	37
2.6. Approches de composition de services web .....	38
2.6.1. Composant Web .....	38

2.6.2. Composition algébrique et mathématique des services web .....	40
2.6.3. Approche déclarative .....	41
2.6.4. Composition de services dirigée par les modèles .....	43
2.6.5. Approche formelle .....	45
2.7. Méthode de comparaison .....	46
2.7.1. Connectivité et Propriétés Non fonctionnelles .....	46
2.7.2. La Convenance (Correctness) de la composition .....	46
2.7.3. Composition Automatique .....	46
2.7.4. La Scalabilité de la Composition .....	47
2.8. Conclusion .....	48

## Deuxième partie Etat de l'art de la programmation fonctionnelle

<b>Chapitre 3 - La programmation fonctionnelle</b> .....	49
Introduction .....	49
3.2. La programmation fonctionnelle .....	50
3.3. Les langages fonctionnels : principes & théorie .....	51
3.3.1. Définition des langages fonctionnels .....	51
3.3.2. Classification des langages fonctionnels .....	52
3.3.2.1. Langages fonctionnels purs, langages fonctionnels impurs .....	52
3.3.2.2. Typage dynamique versus Typage statique .....	52
3.3.2.3. Caractère strict versus caractère non strict .....	53
3.3.3. Propriétés des langages fonctionnels .....	53
3.3.3.1. Absence des effets de bord .....	54
3.3.3.2. Transparence référentielle .....	54
3.3.3.3. Polymorphisme .....	55
<b>Chapitre 4 - Fonction et composition de fonctions</b> .....	56
4.1. Définition d'une Fonction .....	56
4.2. Appel d'une fonction .....	56
4.3. L'environnement des données .....	59
4.4. Typage .....	61
4.5. La composition de fonctions .....	62
4.6. Conclusion .....	64

## Troisième partie Un système pour la composition de services Web (FS4WSC)

<b>Chapitre 5 - Proposition d'une approche pour la composition automatique des services Web</b>	
<b>Approche par les fonctions</b> .....	65
5.1. Introduction .....	65
5.2. Principe .....	66
5.3. Proposition d'architecture .....	67
5.3.1. Le système d'annotation sémantique .....	70
5.3.1.1. Description et correspondance sémantique .....	70
5.3.1.2. Fonctionnement du système d'annotation .....	71
5.3.1.3. Intégration de la sémantique dans le standard WSDL .....	72
5.3.2. Le processus d'appariement de services Web .....	73
5.3.3. Le moteur de composition .....	73
5.4. Objectif .....	74
5.5. Un formalisme pour représenter les services Web .....	74
5.5.1. Définitions de base .....	75
5.6. Représentation des SWS comme une fonction .....	77
5.6.1. Les structures de données sémantiques .....	79

<b>Chapitre 6 - Implémentation</b> .....	84
6.1. Algorithmes proposés .....	84
6.1.1. Algorithme de découverte .....	85
6.1.1.1. Principe de fonctionnement de l'algorithme .....	85
6.1.1.2. Présentation de l'algorithme .....	86
6.1.2. Algorithme de composition .....	88
6.1.2.1. Principe de fonctionnement de l'algorithme .....	88
6.1.2.2. Présentation de l'algorithme .....	88
6.2. Etude de cas : l'agence de voyages .....	89
6.2.1. Choix du langage fonctionnel CAML .....	89
6.2.2. Exemple d'application .....	90
6.2.3. Implantation en CAML .....	95
6.2.3.1. Contraintes sémantiques .....	95
6.2.3.2. Implantation de notre exemple .....	95
6.3. Conclusion .....	112
6.4. Etude comparative .....	112
Conclusion générale .....	115
Références bibliographiques .....	117

## Résumé

La troisième génération du Web est orientée service. Cette orientation favorise l'interopérabilité des applications et des systèmes. Les services Web sont des technologies émergentes et prometteuses pour le développement, le déploiement et l'intégration d'applications Internet. Ces technologies, basées sur XML, fournissent une infrastructure pour décrire (WSDL), découvrir (UDDI), invoquer (SOAP) et composer (BPEL4WS) des services. Un des avantages majeurs des services Web par rapport à ses prédécesseurs tels que CORBA, DCOM et XML-RPC est l'apport de l'interopérabilité sur Internet.

L'accès aux services Web est défini comme étant la succession de trois étapes, à savoir : la recherche de fournisseurs du service souhaité, la sélection de l'un de ces fournisseurs et la réalisation du service par l'invocation du fournisseur choisi. Cependant, les services Web ne sont pas capables de résoudre tous les problèmes. Actuellement, de nombreuses infrastructures pour supporter des services, sont déployées par différents organismes. La diversité de ces infrastructures et des organismes qui les déploient entraîne des hétérogénéités. Plusieurs types d'hétérogénéités existent : Les différences technologiques existant entre les infrastructures provoquent une hétérogénéité technologique. L'absence d'une pensée unique et la diversité des personnes définissant des services et leurs descriptions entraînent des hétérogénéités sémantiques et structurelles dans ces définitions. Ces hétérogénéités peuvent intervenir d'une infrastructure à une autre, ou au sein d'une même infrastructure.

En effet, la réponse aux besoins complexes des utilisateurs peut correspondre à l'emploi de plusieurs services hétérogènes (simples et/ou composites) exécutés conjointement. Ce type de problème est connu comme la composition de services web. L'interprétation consistante des données échangées entre services Web composés est gênée par des différences de représentation et d'interprétation sémantiques.

Dans ce contexte, nous proposons un système FS4WSC (*Functional System For Web Service Composition*) pour composer automatiquement les services web sémantiques (SWS). Ce système traite la prise en compte des hétérogénéités sémantiques des données échangées entre les services Web engagés dans une composition. Une nouvelle architecture est proposée pour faciliter la découverte et la composition de SWS. Un système d'annotation sémantique est utilisé dans la plateforme de services Web afin d'enrichir les services par la sémantique utilisant une ontologie du domaine commune. Ainsi, nous utilisons un module de correspondance et un moteur de composition pour l'appariement entre la requête et les services disponibles et la composition des services si c'est nécessaire. Ensuite, nous présentons notre approche "*Approche par les fonctions*" où nous proposons un formalisme pour décrire les aspects syntaxiques et sémantiques de la requête et des services Web, puis nous utilisons le langage de programmation fonctionnelle "CAML" pour implémenter les algorithmes proposés et les appliquer au domaine de réservation de voyages en ligne.

**Mots clés :** service Web, composition de services Web sémantique, fonction, composition de fonctions.