

Académie de Montpellier
Université Montpellier II
Sciences et Techniques du Languedoc

MÉMOIRE DE STAGE DE MASTER M2

effectué au Laboratoire d'Informatique de Robotique
et de Micro-électronique de Montpellier

Spécialité : **DECOL**

**Etude bibliographique sur la classification
de services web sémantiques**

par **Sara EL HASSAD**

Date de soutenance : **Juin 2013**

Sous la direction de : **Marianne HUCHARD**
Naoual MOHA
Chouki Tibermacine

Table des matières

1	Introduction	iii
2	Services Web	iii
2.1	Définition	iv
2.2	Architecture d'un service Web	iv
2.3	Simple Object Access Protocol (SOAP)	v
2.4	Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)	vi
2.5	Langage de description des services web (WSDL)	vi
3	Service Web Sémantique	vii
3.1	Définition	vii
3.2	Approches de description à base d'annotations sémantiques	viii
3.2.1	L'approche WSDL-S	ix
3.2.2	L'approche SAWSDL	ix
3.2.3	L'approche USDL	x
3.2.4	L'approche YASAWSDL	x
3.3	Approches basées sur des langages sémantiques	x
3.3.1	L'approche OWL-S	x
3.3.2	L'approche WSMO	xi
3.4	Examen des approches de description sémantique des services web	xi
3.4.1	Les critères de comparaison	xi
3.4.2	Légende des signes exprimés dans le tableau 1	xii
3.4.3	Conclusion	xii
4	Ontologie	xiii
4.1	Resource Description Framework	xiii
4.2	Web Ontology Language	xiv
5	Classification de services ou de composants avec FCA	xiv
5.1	Analyse Formelle de Concepts (AFC/FCA)	xiv
5.2	Classification de services et AFC	xv
6	conclusion et perspective	xvii

1 Introduction

Un service web est un groupe d'opérations exécutables, accessibles par l'intermédiaire d'un réseau. Il permet d'effectuer une tâche ou un besoin de l'utilisateur. Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés à la classification et la composition afin de construire des fonctionnalités plus complexes et d'effectuer plusieurs tâches en ne se référant qu'à un seul et unique service.

Plusieurs enjeux entourent les fonctionnalités des services web. Il s'agit, entre autres, de connaître la sémantique des services web. Pour ce faire, nous assistons à la création d'une nouvelle approche : le service web sémantique. Cette approche permet d'ajouter de la sémantique à la description des services web. Pour cela il existe deux manières de faire : celles qui font de l'annotation sémantique, et d'autres qui sont basés sur des langages sémantiques.

Le but de mon stage de recherche est de proposer une méthode tirant parti du domaine du Web sémantique et de l'Analyse Formelle de Concepts (FCA)[13], pour classer des services et des compositions de services de la manière la plus pertinente possible.

A travers ce travail, nous allons pouvoir répondre à notre problématique. Une problématique qui consiste à trouver une réponse à la question suivante :

- Est ce que les approches existantes pour classer et sélectionner des services utilisent la sémantique à la fois pour décrire les services et les besoins (les tâches à accomplir).

Dans cette étude on va donc se restreindre au problème de la classification des services web.

Par ailleurs, le but de l'étude bibliographique est de définir les notions de service web, de service web sémantique et donc d'ontologie. Le but est également d'étudier quelles sont les approches de classification actuellement utilisées dans le monde des services. Le champs d'étude a été restreint aux travaux utilisant l'AFC.

Le présent document est organisé de la manière suivante :

Les sections 2 et 3 définissent respectivement les services web et les services web sémantique.

Dans la fin de la section 3 on a réalisé un examen pour comparer les différentes approches de la description de la sémantique pour les services web sémantique.

La section 4, quant à elle, est réservée à la définition d'ontologie.

Dans la section 5, nous présentons les travaux connexes sur la classification des services web.

Enfin, à travers la section 6, nous présentons une conclusion ainsi que les perspectives.

2 Services Web

Dans cette section nous allons définir ce qu'est un service web et son architecture.

2.1 Définition

On retrouve plusieurs définitions des services web selon les références, mais en général, on peut définir un service web comme une technologie permettant à des applications de dialoguer à distance via Internet (en utilisant le protocole HTTP) indépendamment des plates-formes et des langages sur lesquels elles reposent [1]. Les services web sont donc un ensemble de programmes informatiques exposés sur internet accessibles par des applications sans intervention humaine, et en temps réel. Les appels des fonctions et les données échangées font usage d'une syntaxe basée sur XML. Parmi les fonctionnalités des services web, notons qu'un service web peut appeler d'autres services sans que l'utilisateur ne le sache.

Pour mieux comprendre ce qu'est un service web, nous allons présenter un exemple sur les services d'une agence de voyage [12].

Pour organiser un voyage, on a besoin de réserver un billet d'avion (premier service) et une chambre dans un hôtel (deuxième service) pour la même date. Pour faire ces réservations, on a besoin d'utiliser une carte de crédit bancaire (troisième service). En utilisant le service web *agence de voyage*, service qui coordonne ces trois services, on a l'impression d'interroger un seul service web, alors qu'on a trois tâches et que chaque tâche s'effectue en utilisant un service spécifique.

Comme le montre la figure 1, en interrogeant le service web *agence de voyage*, ce dernier fait appel aux services web *Compagnie aérienne*, *Hôtel*, et *Carte bancaire*.

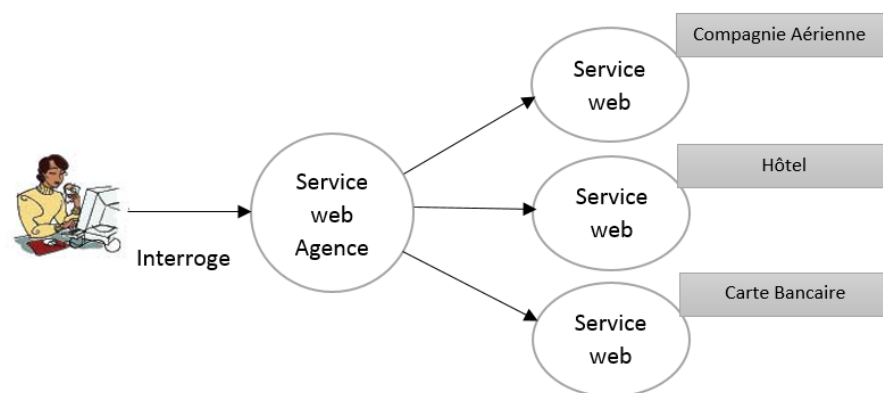


FIGURE 1 – Exemple d'un service web qui fait appel à d'autres services web

2.2 Architecture d'un service Web

Les services web sont basés sur une architecture dite "orientée services" connue sous l'acronyme SOA (Service Oriented Architecture). L'architecture s'organise autour de trois rôles [15] :

- Le fournisseur de service, ou propriétaire du service,
- Le client ou utilisateur du service,
- L’annuaire des services qui correspond au répertoire où sont stockés les services.

La figure 2 présente les trois rôles et le scénario d’utilisation de cette architecture pour la publication, l’utilisation et la recherche des services web.

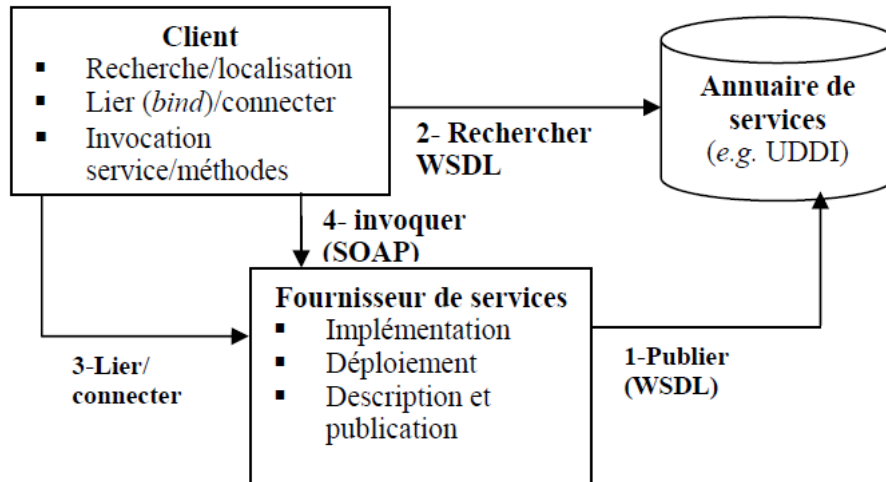


FIGURE 2 – Architecture orientée services (SOA) [15]

2.3 Simple Object Access Protocol (SOAP)

SOAP est le standard défini par Microsoft et IBM et recommandé par W3C[4], qui permet la communication et le transport des messages entre différents objets distants. Le transport se fait le plus souvent par le protocole http, et puisque http ne transfère que les fichiers texte, les messages échangés par les services web sont écrits sous format texte basé sur une syntaxe XML (Extensible Markup Language).

Un message SOAP se compose de trois parties [9] :

- *Envelope* est la partie racine du message, elle identifie les *namespaces* pour identifier les éléments du message.
- *Header* est l’entête SOAP, elle est optionnelle. Le *Header* contient les informations complémentaires sur le message.
- *Body* est le corps SOAP, il contient les données du message échangé.

La figure 3 présente un exemple d’un message SOAP de demande de service pour le traitement d’un bon de commande par le service **Purchase Order**. On voit que ce message contient des références vers des documents XML extérieurs.

```

POST /StockQuote HTTP/1.1
Host: http://manufacturing.org/service/purchase
...
<SOAP-ENV:Envelope xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
    SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
  <SOAP-ENV:Body>
    <m:sendPurchaseOrder xmlns:m="http://manufacturing.org/wsd/purchase">
      <m:POMessage>...</m:POMessage>
    </m:sendPurchaseOrder>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>

```

FIGURE 3 – Requête SOAP [9]

2.4 Universal Description, Discovery and Integration (UDDI)

Le problème qui se pose dans l'utilisation des services web est de savoir les trouver et les sélectionner. Pour résoudre ce problème, les fournisseurs peuvent publier leurs services web dans des annuaires. Les annuaires permettent de fournir des informations pour localiser les services web qui correspondent à la requête faite par le client.

UDDI est un annuaire mis au point par l'OASIS [3] et fondé par XML. Il permet de fournir des méthodes pour la localisation et la publication des services web afin de faciliter leur identification et leur utilisation.

La figure 4, tirée de [9], présente un exemple d'une entrée UDDI décrivant le profil du service `Web PurchaseOrder`. Principalement la description du service est dans le fichier WSDL cité et l'adresse dans le type de `accessPointURL` dans l'exemple permet l'accès au service pour le lancer. On peut constater que de tels annuaires sont très frustrés et qu'il va être difficile d'y rechercher un service. L'annuaire est considéré comme un répertoire qui permet le stockage des informations qui aident à accéder au service web.

2.5 Langage de description des services web (WSDL)

L'encyclopédie Wikipédia [2] définit WSDL (Web Services Description Language) comme une grammaire de type XML permettant la description d'un service web proposée par l'organisme W3C [4].

La description fournie par WSDL permet au service appelant de connaître la construction du service appelé pour pouvoir l'interroger en appelant ses méthodes.

Parmi les propriétés qui sont décrites par WSDL on peut citer [17] :

- Types de données
- Message
- Opération
- Binding : un protocole et un format de données associés à un ensemble d'opérations.

```

<businessService serviceKey="" businessKey="00EB06FC-3C45-42B8-B394-1F7F35602B2E">
  <name>PurchaseOrderService</name>
  <descriptionxml:lang="en">...</description>

  <bindingTemplates>
    <bindingTemplate bindingKey="" serviceKey="">
      <description xml:lang="en">...</description>
      <accessPointURL Type="http">http://manufacturing.org:8080/services/PurchaseOrder</accessPoint>
      <tModelInstanceDetails>
        <tModelInstanceInfo tModelKey="UUID:0B6E1227-329A-4657-89B5-35DA36CA2554">
          <description xml:lang="en">...</description>
          <instanceDetails>
            <overviewDoc>
              <overviewURL>http://manufacturing.org/wsdl/purchase.wsdl</overviewURL>
            </overviewDoc>
          </instanceDetails>
        </tModelInstanceInfo>
      </tModelInstanceDetails>
    </bindingTemplate>
  </bindingTemplates>
</businessService>

```

FIGURE 4 – Entrée de l'annuaire UDDI [9]

La figure 5 présente un exemple de document WSDL qui spécifie certaines des propriétés déjà citées.

On a comme exemple de message **Entrer 1er nombre**, comme opération **add** qui contient deux input ; le 1er est le message **Entrer 1er nombre**, le 2eme est le message **Entrer 2eme nombre** et un output qui est le message **Addition**.

Les services web sont souvent munis d'une documentation qui décrit leur sémantique, mais cette documentation est écrite en langage naturel, ce qui rend difficile l'extraction d'informations de nature sémantique. Cette documentation est compréhensible par les êtres humains mais reste limité au niveau de l'extraction automatique de la sémantique qu'on va utiliser par la suite pour réaliser la classification des services web. Cette limite fait naissance à un autre aspect, c'est le service web sémantique qui ajoute de la sémantique au service web sous une forme manipulable ultérieurement par programme. Les services web sémantiques sont présentés dans la section 3.

3 Service Web Sémantique

3.1 Définition

Le web sémantique a été inventé par l'inventeur de WWW (World Wide Web) Tim Berners-Lee, qui définit le Web sémantique comme *" un web de données qui peuvent être traitées directement et indirectement par des machines pour aider leurs utilisateurs à créer de nouvelles connaissances "*.

Le service web sémantique se situe à la convergence de service web et de web sémantique. Il permet d'ajouter au service web des fonctionnalités du web sémantique, à savoir comment décrire formellement les connaissances pour les

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8?>
<definition name="Addition"
  targetNamespace="http://add.jaxrpc.sample/"
  xmlns:tns="http://add.jaxrpc.sample/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:soap="http://schema.xmlsoap.org/wsdl/soap/">
  <types />
  <message name="Entrer 1er nombre">
    <part name="number1" type="xsd:string" />
  </message>
  <message name="Entrer 2eme nombre">
    <part name="number2" type="xsd:string" />
  </message>
  <message name="Addition">
    <part name="result" type="xsd:string" />
  </message>
  <portType name="ADD">
    <operation name="add" parameterOrder="number">
      <input message="tns:Entrer 1er nombre" />
      <input message="tns:Entrer 2eme nombre" />
      <output message="tns:Addition" />
    </operation>
  </portType>

```

FIGURE 5 – La description WSDL du service qui effectue une addition de deux nombres

rendre exploitables par des machines, et exprimer la sémantique de service afin de faciliter la communication hommes-machines et la communication machines-machines [15].

Le web sémantique utilise les standards et protocoles du web standard, citons le protocole de transfert http, et il ajoute des standards spécifiques comme RDF (Resource Description Framework) et OWL [12].

Dans la partie suivante on va présenter les langages de description des services web et les comparer.

3.2 Approches de description à base d'annotations sémantiques

Le standard WSDL, vu dans la section 2.5, offre une description syntaxique des services, ce qui peut générer des erreurs au niveau du choix du service web à utiliser ou des imprécisions. Il a également des limites au niveau de la repré-

sensation des besoins et des capacités des services web. Des recherches récentes proposent de nouvelles approches qui se basent sur la description sémantique. Parmi ces approches il existe des extensions de WSDL.

3.2.1 L'approche WSDL-S

WSDL-S (Web Service Description Language – Semantic) [14] est la première extension de WSDL, elle permet d'ajouter des annotations sémantiques à une description WSDL en utilisant les capacités sémantiques de OWL [14].

WSDL-S a trois types d'attributs [14] : `xmlns:wssem= « http://www.ibm.com/xmlns/Webservices/WSSemantics »`

- `<wssem:modelReference>` : prend en charge les connexions entre un document WSDL et OWL.
- `<wssem:schemaMapping>` : résout l'alignement de schéma.
- `<wssem:category>` : est nécessaire pour une recherche sémantique dans un registre de services.

Cette approche a permis le développement d'une autre approche appelée SAWSDL.

3.2.2 L'approche SAWSDL

SAWSDL est une approche recommandée par W3C afin d'augmenter l'expressivité du WSDL. Elle permet de réaliser une annotation sémantique des données et des opérations de WSDL.

L'annotation sémantique s'effectue en utilisant des références à des modèles conceptuels sémantiques comme les ontologies (qu'on va définir par la suite).

Selon [9], l'inconvénient de cette approche est la nécessité de modifier les outils existants autour de WSDL pour les adapter à SAWSDL, et elle n'aborde pas la composition de services.

Pour éclairer l'annotation sémantique, nous allons clarifier les lignes qu'ajoute SAWSDL à la description WSDL par l'exemple suivant.

La figure 6 montre une opération « devis de l'assuré » décrite à l'aide de WSDL, et la figure 7 présente la même opération décrite en SAWSDL. Dans la figure 7 on trouve une référence à des concepts dans l'ontologie. Si on prend par exemple la sortie "devisDeclaration" de l'opération "devis", elle fait référence à `http://w3/ontology/AssuranceOnto#DevisDeclaration` qui est un concept de l'ontologie.

```
<wsdl:operation name="devis" >
  <wsdl:output element="devisDeclaration" />
</wsdl:operation>
```

FIGURE 6 – Opération devis de l'assuré en WSDL [9]

```

<wsdl:operation name="devis"
  psawSDL: preference="http://w3/ontology/AssuranceOnto/Operation#Devis"/>
  <wsdl:output element="devisDeclaration"
    psawSDL: preference="http://w3/ontology/AssuranceOnto#DevisDeclaration"/>
  </wsdl:operation>

```

FIGURE 7 – Description de l'opération "devis de l'assuré" en SAWSDL [9]

3.2.3 L'approche USDL

Le langage USDL (pour Universal Service-Semantics Description Language) [5] est développé au sein du laboratoire de recherche ALPS (Applied Logic Programming-Languages and Systems) de l'Université du Texas. Cette approche propose une description sémantique et formelle des services web qui, de plus, utilise l'ontologie OWL WordNet [5]. Le langage USDL profite des relations d'hyponymie, d'antonymie et de synonymie, fournies par l'ontologie OWL WordNet. En USDL, on garde la même structure que la description WSDL et on effectue des modifications en ajoutant des lignes XML.

3.2.4 L'approche YASAWSDL

Yet Another Semantic Annotation for WSDL, encore appelée YASA, est l'approche proposée par Chebab [10] pour la description sémantique des services web. YASA étend WSDL et SAWSDL afin de résoudre les problèmes d'ambiguïté relevés chez SAWSDL [10]. L'idée de [10] est d'annoter un élément WSDL avec des concepts techniques fournis par une ontologie de services web dans une description SAWSDL.

YASA se base sur l'utilisation de deux ontologies :

- ontologie technique permet d'offrir une couverture sémantique des concepts spécifiques aux services Web. Exemple : l'ontologie OTES [10]
- ontologie de domaine. Exemple : l'ontologie d'agence de voyage.

3.3 Approches basées sur des langages sémantiques

3.3.1 L'approche OWL-S

Web Ontology Language for Web Services (OWL-S) permet la description des propriétés et des capacités d'un service web. Si on retourne à la figure 1, quand on saisit une donnée (date par exemple) dans l'interface client, tous les services web utilisent la même donnée et cela à l'aide de la composition des services web. La composition automatique des services web est fournie par OWL-S. OWL-S, qui se base sur une ontologie supérieure [10], fournit une spécification des conséquences de l'exécution de chaque service individuel, et un langage de description des services composés. La structure de l'ontologie supérieure de OWL-S se résume en trois parties ; *Comment utilisons-nous le service*, *Comment accédons-nous au service* et *Comment accédons-nous au service* comme c'est montré dans la figure (8).

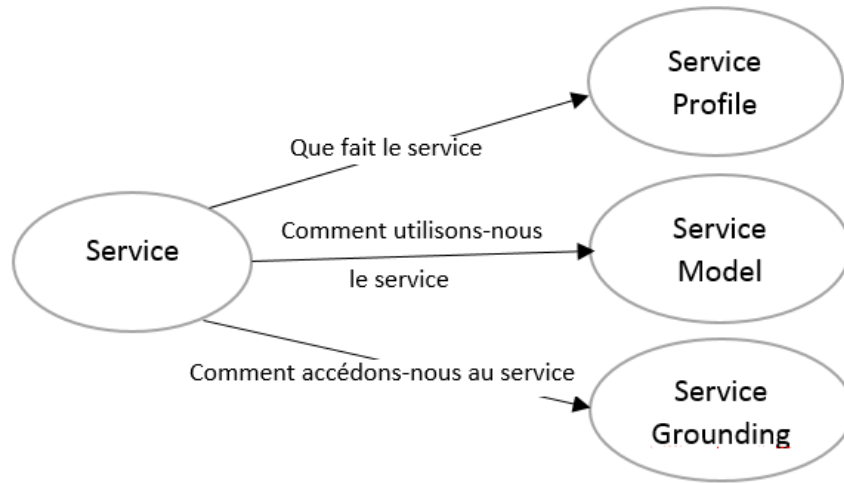


FIGURE 8 – L’ontologie supérieure de OWL-S [10]

3.3.2 L’approche WSMO

Web Service Modeling Ontology (WSMO) est une autre approche pour la description sémantique des services web. WSMO décrit les différents aspects relatifs à la composition dynamique des services Web, y compris la découverte dynamique, la sélection, la médiation et l’invocation [10]. Le groupe de travail de WSMO comprend un autre groupe qui vise à développer WSML (langage Web Service Modeling) qui officialise l’ontologie de modélisation. Comme OWL-S, WSMO fait la composition automatique des services web, en ajoutant une propriété qui consiste à séparer totalement les différents éléments intégrés dans la composition des services Web.

3.4 Examen des approches de description sémantique des services web

Dans cette section on va comparer et examiner toutes les approches déjà présentées afin de choisir la meilleure des approches, que nous allons utiliser par la suite dans le stage.

La comparaison se fait par rapport à différents critères que nous commençons par préciser.

3.4.1 Les critères de comparaison

Dans cette partie on va se concentrer sur les critiques de Chabeb, 2011 [10]. A savoir :

- La dépendance vis-à-vis d’un langage de description d’ontologie.

- La réutilisation et l’adaptation de descriptions et d’outils de services Web.
- Expressivité : dépendra du nombre et de l’importance des éléments fonctionnels décrits et de la capacité d’intégrer des informations non fonctionnelles [10].
- Explicitation de la sémantique : Des approches décrivent sémantiquement les services et d’autres approches font une annotation sémantique de domaine, donc selon l’approche d’annotation utilisée la sémantique varie sur le niveau de précision [10].

Le tableau 1 cite les approches de la description sémantique de services web ainsi que leurs réponses par rapport aux exigences déjà citées.

3.4.2 Légende des signes exprimés dans le tableau 1

Légende des entêtes de colonnes :

- OWL : basées sur le langage OWL.
- WSDL : description à base d’annotations en WSDL.
- DL : Dépendance vis-à-vis d’un langage de description d’ontologie.
- R/A : Réutilisation/Adaptation.
- ES : Explicitation de la sémantique.

Légende des contenus des cases :

- **XX** : Répond au critère.
- **X** : Répond au critère mais à améliorer.
- ***** : Il y a un manque.

Approche	OWL	WSDL	DL	R/A	Expressivité	ES
WSDL-S		XX	XX		X	
SAWSDL		XX	XX	XX	X	
USDL		XX		*	*	*
YASAWSDL		XX	XX	XX	XX	XX
OWL-S	XX			X	*	X
WSMO	XX			X	*	X

TABLE 1 – Comparaison des approches de description sémantique par rapport aux critères cités dans la partie 3.4.1

3.4.3 Conclusion

Le tableau (1) expose la réponse des approches que nous avons déjà citées par rapport aux critères d’évaluation [10]. Il nous permet de comparer entre ces approches afin de déterminer l’approche la plus globale que nous pouvons utiliser dans le stage pour atteindre notre objectif qui se focalise sur la classification des services web sémantique.

D’après ce tableau nous pouvons remarquer que chaque approche répond à quelques critères (parfaitement ou avec besoin d’amélioration) mais pas à

d'autres critères. Prenons par exemple OWL-S. Cette approche dispose de plusieurs outils : un éditeur, un composeur et des outils d'appariement et de validation [10], alors elle satisfait le critère de Réutilisation/Adaptation avec un besoin d'amélioration. Cependant OWL-S a besoin d'améliorer le critère Explicitation de la sémantique. OWL-S, qui dispose d'un langage qui décrit à la fois les services web et la sémantique, ne satisfait pas le critère de la dépendance d'un langage de description.

L'approche YASAWSDL qui est la proposition de Chabeb [10] satisfait parfaitement tous les critères. YASAWSDL est indépendant de tout langage ce qui permet aux développeurs de choisir l'ontologie et le langage de représentation sémantique qu'il préfère, et il peut aussi annoter sa description avec plusieurs ontologies. Mais ce qui est dommage c'est qu'il n'existe pas une suite publiée de cette approche.

Comme nous l'avons déjà précisé avant, OWL-S et WSMO sont dépendants de langages sémantiques qui utilisent des ontologies spécifiques pour la description des services web.

La section suivante est dédiée à la définition de la notion d'ontologie.

4 Ontologie

On peut définir une ontologie comme une structuration des concepts d'un domaine précis, qui permet de définir également les relations d'associations entre les différents concepts. D'après l'encyclopédie Wikipédia [2], en informatique, une ontologie constitue en soi un modèle de données représentatif d'un ensemble de concepts dans un domaine, ainsi que des relations entre ces concepts. Elle est employée pour raisonner à propos des objets du domaine concerné. Les concepts sont organisés dans un graphe dont les relations peuvent être :

- Des relations sémantiques, par exemple "contient" ou "à pour couleur".
- Des relations de subsomption (La subsomption selon l'encyclopédie Wikipédia [2] *"désigne une relation hiérarchique entre des concepts, dans les logiques de description. Cette notion est proche de la relation « est impliquée par » en logique classique"*, par exemple "est une sorte de".

La structuration des concepts dans une ontologie permet de définir des termes les uns par rapport aux autres, chaque terme étant la représentation textuelle d'un concept. Par exemple, pour décrire les concepts entrant en jeu dans la conception de cartes électroniques [2], on pourrait définir l'ontologie suivante : une carte électronique est un ensemble de composants ; un composant peut être soit un condensateur, soit une résistance, soit une puce ; une puce peut être soit une unité de mémoire, soit une unité de calcul.

4.1 Resource Description Framework

RDF[2] est un modèle de graphe qui permet de représenter les ressources Web et leurs métadonnées, de façon à permettre le traitement automatique de ces ressources. Un document RDF est composé d'un ensemble de triplets.

Un triplet RDF est de la forme : (sujet, prédicat, objet) [2]

- Le sujet c’est la ressource.
- Le prédicat c’est un type de propriété applicable au sujet.
- L’objet c’est la valeur de la propriété. Il peut être une donnée ou une ressource.

En cours de stage on peut co-construire des ontologies pour cela on va utiliser *Protege* ; c’est un système pour la création d’ontologies, développé en Java.

4.2 Web Ontology Language

OWL [2] est un langage de représentation des connaissances construit sur le modèle de données de RDF.

OWL permet de définir des associations plus complexes entre des ressources. OWL regroupe trois sous-langages :

itemize

OWL-Lite est la version la plus simple du langage OWL.

OWL-DL est une version décidable du langage OWL.

OWL-Full est une version indécidable du langage OWL.

5 Classification de services ou de composants avec FCA

L’objectif de ce stage étant la classification sémantique des services web, nous étudions les travaux qui ont traité ce sujet et nous nous concentrons plus particulièrement sur la classification des services web en utilisant l’Analyse Formelle de Concepts [13].

La question qui se pose est de savoir comment classer les services d’une manière intelligente ? Dans cette section nous allons présenter quelques travaux déjà effectués avec une technique connue de classification et les comparer.

5.1 Analyse Formelle de Concepts (AFC/FCA)

La définition qu’on trouve sur l’encyclopédie Wikipédia [2] est que *FCA s’attache à étudier les concepts lorsqu’ils sont décrits formellement, c’est-à-dire que le contexte et les concepts sont complètement et précisément définis. Elle a été introduite par Rudolf Wille en 1982 en tant qu’application de la théorie des treillis*. Prenons l’exemple d’un service web qui permet de faire des courses en ligne et les livrer. Un problème qui se pose est dans quelle catégorie on peut classer ce service, est-ce avec les services qui permettent d’effectuer un achat par internet ou avec les services qui réalisent le transport. Le FCA peut donner des idées pour résoudre ce problème.

La figure 9 montre un exemple d’un tableau contient des pizzas et leurs ingrédients. Par exemple, la pizza orientale contient quatre ingrédients ; sauce tomate, mozzarella, poivron et merguez.

La figure 10 présente le treillis de concepts associé à la table de la figure 9. La pizza orientale prend les ingrédients de pizza chef et les ingrédients du marguerita ; elle hérite des 2 pizzas. On voit se dessiner aussi des classes, comme le groupe des pizzas "rouges" (avec de la sauce tomate).

A	B	C	D	E	F	G
	crème fraic...	sauce tom...	mozzarella	poivron	merguez	oignon
Tartiflette	X		X			
Marguerita		X	X			
Végétarien...		X	X			X
Oriental		X	X	X	X	
Chef			X		X	

FIGURE 9 – Exemple de tableau décrivant des pizzas (context formel)

Le problème dual de la classification est la recherche. Une fois les services classés, comment chercher un service qui répond à un besoin précis ? Cela demande de disposer d'une description des services, d'un côté et d'une description des besoins, de l'autre côté, qui soient cohérentes. Le treillis peut être un support pour la navigation entre les services, et faciliter leur recherche suivant des critères. Par exemple, si on cherche des pizzas "rouges", on les trouvera dans les sous-concepts du concept introduisant "sauce tomate".

5.2 Classification de services et AFC

- *Peng et al.* [16] utilisent dans leur papier l'Analyse de Concepts Formels pour gérer les services Web et le treillis de concepts sert à décrire les relations entre les services Web. La classification prend les services comme des objets plutôt et les paramètres comme des attributs. Ce papier propose un algorithme pour optimiser le réseau des services web en fusionnant certaines opérations similaires.

- *Aversano et al.* [6] proposent une approche basée sur l'Analyse de Concepts Formels, pour comprendre les relations entre les services et les relations entre les opérations d'un service complexe, afin de choisir le service web qui va répondre à certains besoins lors de son exécution. Cette approche permet de comprendre l'interface du service. Les treillis de concepts sont construits sur un contexte obtenu à partir de mots clés extraits à partir de la descriptions de service. Ce papier propose aussi **Service Explorer**, un outil pour aider la navigation et les mécanismes de la sélection sur les treillis de concepts.

- *Azmeh* [8] ont proposé un outil qui vise à définir une solution complète pour faciliter le choix d'un service web. Cet outil s'appelle WSPAB (carnet

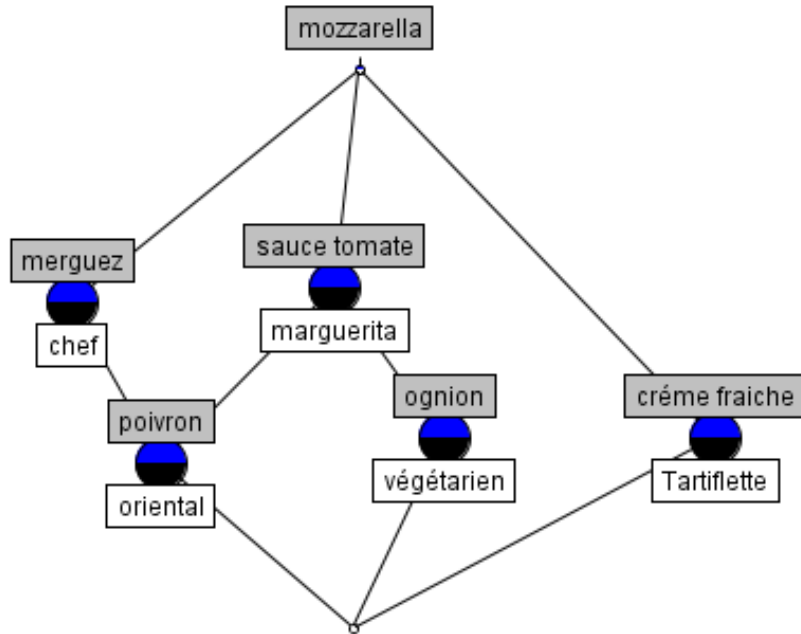


FIGURE 10 – Treillis de concepts associé au tableau de la figure 9

d'adresses personnel de services web). La sélection du service pertinent se fait en tenant compte de la qualité de service (QoS) et des aspects de la validation des préférences de l'utilisateur. Il existe plusieurs critères qui quantifient la qualité de service, comme la disponibilité de services, la validité et la performance. La classification est effectuée en définissant une relation binaire entre les services et les signatures d'opération.

- *Chollet et al.* [11] proposent une approche basée sur FCA dans le but d'avoir un annuaire des services qui permet de choisir le meilleur service parmi les services hétérogènes et sécurisés afin de pouvoir l'exécuter.

- *Azmeh et al.* [7] proposent une approche pour faciliter la sélection de services Web selon les besoins de l'utilisateur.

Cette approche utilise une description des fonctionnalités nécessaires et prévu la qualité de service (QoS), ainsi que la composabilité entre chaque paire de services. Cette approche utilise l'analyse de concepts relationnels (RCA), qui est une extension de l'analyse de concepts formels (ACF). Grâce à l'utilisation de RCA, l'approche classe les services par leurs niveaux de qualité de service et les modes calculés de composabilité [7]. Le choix d'un service est conditionné

à la composition des services qui décrivent le besoin de l'utilisateur.

Le tableau 2 montre plus clairement ce qui distingue ces approches au niveau de la description des services. A savoir, description par des mots-clefs, description par les opérations, description par la QoS, description par des concepts d'une ontologie et la prise en compte d'un workflow de tâches décrivant un besoin complexe d'un utilisateur.

Approche de	Mots-clefs	fonctionnalité	QoS	concepts d'ontologie	workflow
Peng		X			
Aversano	X				
Azmeh2008		X			
Chollet		X	X		
Azmeh2011	X		X		X

TABLE 2 – Comparaison des approches de la classification des services web

5.3 Conclusion

Ce qu'on peut conclure d'après la description des approches qui permettent la classification des services avec FCA, et la distinction entre eux au niveau de la description des services web, c'est qu'il n'existe pas beaucoup d'approche de classification prenant en compte à la fois la description des services et la description du besoin de l'utilisateur (workflow de tâches à réaliser) et la seule approche qui fait cela, proposée par *Azmeh et al.* [7], n'utilise pas de description "ontologique".

6 conclusion et perspective

Dans ce document nous avons présenté une étude bibliographique sur la classification de services web et sur les opportunités offertes par le web sémantique pour l'améliorer.

Nous avons commencé par définir les notions de service web et de service web sémantique, cette dernière étant basée sur le web sémantique.

Nous avons distingué deux types d'approches de la description sémantique des services web que nous avons comparées selon des critères précis; des approches de description à base d'annotation sémantique, et des approches basées sur des langages sémantiques qui utilisent des ontologies.

Par la suite nous avons détaillé la notion d'ontologie.

Pour se focaliser sur le sujet du stage qui consiste à classer des services web sémantiques, nous avons défini et comparé des articles qui proposent différentes approches de classification avec FCA, selon la description des services.

Une seule approche prend en compte à la fois la description des services et la description du besoin de l'utilisateur, cependant, elle présente une limite : elle n'utilise pas de description ontologique.

Ce que nous proposons dans le stage est d'utiliser SAWSDL pour la description sémantique des services, car c'est une méthode tirant parti du domaine du Web sémantique. De plus nous utiliserons l'Analyse Formelle de Concepts, pour classer les services et leurs compositions.

Dans cette étude nous nous sommes restreints à la classification des services web, la prochaine étape sera d'étudier les langages de composition des services en général, et plus particulièrement dans le domaine du web sémantique.

Références

- [1] Dico du net un dictionnaire collaboratif en ligne. <http://www.dicodunet.com/>.
- [2] Encyclopédie wikipédia. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil>.
- [3] Oasis : Organization for the advancement of structured information standards. http://fr.wikipedia.org/wiki/Organization_for_the_Advancement_of_Structured_Information_Standards.
- [4] World wide web consortium. <http://www.w3.org/>.
- [5] Université de princeton. wordnet, 2011. <http://wordnet.princeton.edu/>.
- [6] L. Aversano, M. Bruno, G. Canfora, M. D. Penta, and D. Distant. Using concept lattices to support service selection. *Int. J. Web Service Res.*, 3(4) :32–51, 2006.
- [7] Z. Azmeh, M. Driss, F. Hamoui, M. Huchard, N. Moha, and C. Tibermachine. Selection of composable web services driven by user requirements. In *ICWS*, pages 395–402. IEEE Computer Society, 2011.
- [8] Z. Azmeh, M. Huchard, C. Tibermachine, C. Urtado, and S. Vauttier. Ws-pab : A tool for automatic classification & selection of web services using formal concept analysis. In C. Pahl, S. Clarke, and R. Eshuis, editors, *ECOWS*, pages 31–40. IEEE Computer Society, 2008.
- [9] N. BELAID. *Modélisation de services et de workflows sémantiques à base d'ontologies de services et d'indexations. Application à la modélisation géologique*. PhD thesis, ISAE-ENSMA, Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, 2011.
- [10] Y. CHABEB. *Contributions à la Description et la Découverte de Services Web Sémantiques*. PhD thesis, Université Evry-Val d'Essone, 2011.
- [11] S. Chollet, V. Lestideau, P. Lalande, D. Moreno-Garcia, and P. Colomb. Heterogeneous service selection based on formal concept analysis. In *SERVICES*, pages 367–374. IEEE Computer Society, 2010.
- [12] J. Corson and M. D. Giacomo. Les services web pour la capitalisation des connaissances. Technical Report Projet UTC GI05, Université Technologique de Compiègne. Module Techniques de modélisation, capitalisation et gestion des connaissances.

- [13] B. Ganter and R. Wille. *Formal Concept Analysis, Mathematical Foundations*. Springer-Verlag, 1999.
- [14] M. Herrmann, M. A. Aslam, and O. Dalferth. Applying semantics (wsdl, wsdl-s, owl) in service oriented architectures (soa). In *10th Intl. Protégé Conference - July 15-18, 2007 - Budapest, Hungary*, 2007.
- [15] F. T. Patrick Kellert. Les web services sémantiques. *Revue I3, Hors série*, 2004.
- [16] D. Peng, S. Huang, X. Wang, and A. Zhou. Management and retrieval of web services based on formal concept analysis. In *CIT*, pages 269–275. IEEE Computer Society, 2005.
- [17] F. Rossi. Cours sur les services web - wsdl. [http ://apia-coa.org/teaching/webservices/index.fr.html](http://apia-coa.org/teaching/webservices/index.fr.html).