

Introduction au WEB Sémantique

Cours 5 : Modéliser une ontologie : Survols RDF, RDFS, OWL

Odile PAPINI

POLYTECH

Université d'Aix-Marseille

odile.papini@univ-amu.fr

<http://odile.papini.perso.luminy.univ-amu.fr/sources/WEBSEM.html>

Plan du cours

- 1 Introduction
- 2 Survols Représentation des données : RDF
- 3 Survols Représentation des données : RDFS
- 4 Survols Représentation des données : OWL

Bibliographie I



Olivier Corby and Fabien Gandon and Catherine Faron-Zucker
Le Web sémantique : comment lier les données et les schémas sur le web ?
Dunod, 2012. ISBN : 978-2-10-057294-6.

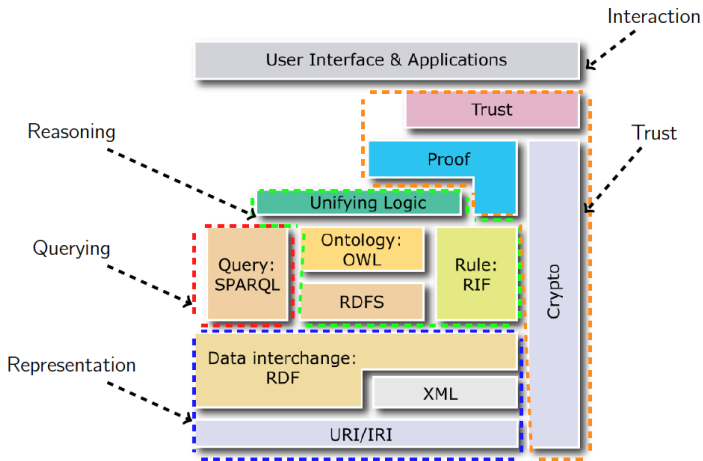


John Hebler and Matthew Fisher and Ryan Blace and Andrew
Perez-Lopez and Mike Dean
Semantic Web Programming
Wiley, 2009. ISBN : 978-0-470-41801-7



Grigoris Antoniou & Frank van Harmelen
MIT university Press
<http://www.ics.forth.gr/isl/swprimer/presentation.htm>
www.titan.be/common/docs/websemantique2007_1.ppt

Le Web sémantique : La pile des standards du web sémantique



La pile des standards du web sémantique

- **Représentation**
 - **URI/IRI** : Universal Resource Identifier/International Resource Identifier
 - **XML** : Extensible Markup Language
 - **RDF** : Resource Description Framework : description des ressources sous forme de graphe à base de triplets
- **Raisonnement**
 - **RDFS** : RDF Schema : langage de description de vocabulaire associé à RDF (description de classes et propriétés)
 - **OWL** : Ontology Web language : langage de représentation des ontologies
 - **RIF** : Rule Interchange Format : échange de systèmes à base de règles
- **Interrogation**
 - **SPARQL** : Simple Protocol And Rdf Query Language : langage d'interrogation de graphe RDF

Survols Représentation

Représentation

- Voir cours Introduction au web sémantique (4A)
- Ressource décrite comme un graphe RDF
 - Survol RDF
- Modélisation d'ontologie
 - Ontologies légères : RDFS
 - Survol RDFS
 - Ontologies lourdes : OWL
 - Survol OWL

Survols Représentation

RDF

Cadre de description des ressources

- ressources : concept de base du web sémantique
tout ce qui peut être identifié par un URI
- description d'une ressource : ensemble d'attributs et de relations avec d'autres ressources
- cadre qui standardise les modèles, langages et syntaxes de ces descriptions

fournit une structure de données standard et un modèle pour coder les données et méta-données sur des ressources

Survols Représentation

RDF

atome de connaissance en RDF : triplet < sujet, prédicat, objet >

- sujet : ressource (identifiée par un URI)
- prédicat : propriété (identifiée par un URI)
- objet : valeur de la propriété (ressource ou littéral)

- représentation sous forme de graphe
 - sujet, objet : sommets
 - prédicat : arc entre sommets

graphe RDF : combinaison de triplets

Survols Représentation

RDF

graphe RDF : graphe orienté

- multi-graphe : possibilité de plusieurs arcs, plusieurs boucles entre sommets
- graphe orienté : du sujet vers l'objet
- graphe étiqueté : sommets et arcs étiquetés par URI

espace de noms : URI utilisé pour identifier un ensemble de terme, un vocabulaire, un schéma RDF

Survols Représentation

RDF

espace de nommage : préfixes

Préfixe	URI de l'espace de nommage
rdf	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
rdfs	http://www.w3.org/2000/01/rdf-schemas#
foaf	http://xmlns.com/foaf/0.1/
dc	http://purl.org/dc/elements/1.1/
dt	http://purl.org/dc/dcmitype/
xsd	http://www.w3.org/2001/XMLSchema#

Exemple

avec préfixe

`rdf:type`

sans préfixe

`http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type`

Survols Représentation

RDF

ressource anonyme (ou noeud vide) : ressource non identifiée par un URI

- syntaxe : `_nom-de-la-ressource`
- quantification existentielle : il existe une ressource identifiée par `nom-de-la-ressource`
- portée : le document RDF où il est défini

Exemple

(<http://exemple.org/doc.html> , `dc:creator` , `_xyz`)

Survols Représentation

Représentation du graphe RDF

serialisation du graphe RDF : 3 langages

- RDF/XML (conçu pour être lu par des machines)
- N-Triples (format texte brut)
- Turtle format simple et concis permet des abréviations :
 - des URI : directive @prefix
 - pour ne pas répéter le sujet, séparateur : ;
 - pour ne pas répéter le sujet et le prédicat, séparateur : ,
 - pour déclarer le type de ressources : a a la place de rdf :type

Survols Représentation

RDF

Conteneurs : groupes ouverts qui contiennent des ressources et/ou des littéraux

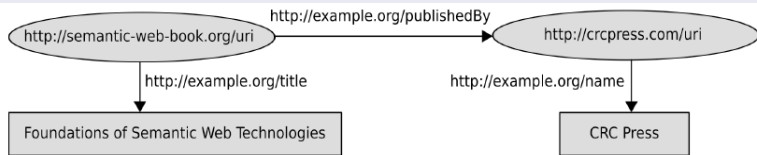
- `rdf:Bag` sac : groupe non ordonné de ressources
- `rdf:Seq` séquence : groupe ordonné de ressources
- `rdf:Alt` alternatives : une seule sélectionnée parmi le groupe de ressources

principe d'écriture d'un conteneur :

- création d'une ressource (souvent anonyme),
- typage d'une ressource comme `rdf:Bag`, `rdf:Seq` ou `rdf:Alt`
- membres du conteneur attachés a cette ressource avec : `rdf:li`

Exemple RDF

RDF N-Triples



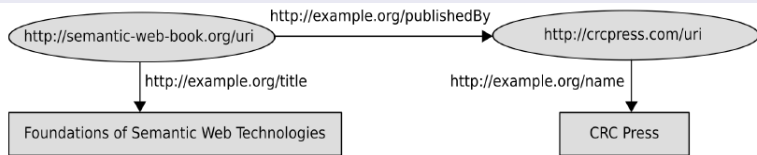
```

<http://semantic-web-book.org/uri> <http://example.org/publishedBy> <http://crcpress.com/uri> .
<http://semantic-web-book.org/uri> <http://example.org/title> "Foundations of Semantic Web Technologies" .
<http://crcpress.com/uri> <http://example.org/name> "CRC Press" .
  
```

Figure: source : cours M. Krötzsch, S. Rudolph

Example RDF

RDF Turtle



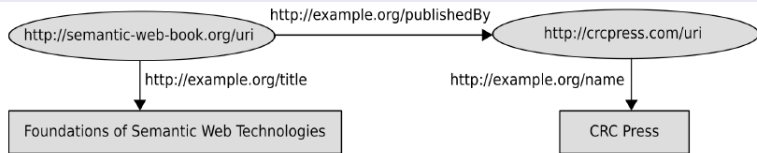
```

@prefix book: <http://semantic-web-book.org/> .
@prefix ex: <http://example.org/> .
@prefix crc: <http://crcpress.com/> .
book:uri      ex:publishedBy      crc:uri .
book:uri      ex:title            "Foundations of Semantic Web Technologies" .
crc:uri       ex:name             "CRC Press" .
  
```

Figure: source : cours M. Krötzsch, S. Rudolph

Example RDF

RDF Turtle



```
@prefix book: <http://semantic-web-book.org/> .
```

```
@prefix ex: <http://example.org/> .
```

```
@prefix crc: <http://crcpress.com/> .
```

```
book:uri      ex:publishedBy      crc:uri ;
```

```
ex:title      "Foundations of Semantic Web Technologies" ;
```

```
ex:author     book:Hitzler, book:Krötzsch, book:Rudolph .
```

```
crc:uri       ex:name      "CRC Press" .
```

repeated subjects may be left out

**several objects can be
assigned to the same
subject-predicate pairs**

Figure: source : cours M. Krötzsch, S. Rudolph

Example RDF

RDF XML



```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:ex="http://example.org/">
  <rdf:Description rdf:about="http://semantic-web-book.org/uri">
    <ex:title>Foundations of Semantic Web Technologies</ex:title>
    <ex:publishedBy>
      <rdf:Description rdf:about="http://crcpress.com/uri">
        <ex:name>CRC Press</ex:name>
      </rdf:Description>
    </ex:publishedBy>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
  
```

Figure: source : cours M. Krötzsch, S. Rudolph

Plus de détails sur RDF

RDF : cours détaillé

G. Antoniou & F. van Harmelen

Description des ressources web en RDF

Survols Représentation

RDFS

RDF Schema : langage de description des ontologies légères

- recommandation du W3C depuis 2004
- permet de nommer :
 - les classes
 - les propriétés
- permet de définir une organisation hiérarchique des classes et propriétés
- méta-modèle : sémantique au graphe RDF

Survols Représentation

RDFs

vocabulaire RDFS

- URI de l'espace de nommage RDFS :
<http://www.w3.org/2000/rdf-schema#>
- 15 primitives décrites dans le langage RDFS et dans le langage RDF
- primitives identifiées par des URI
- URI : concaténation de l' URI de l'espace de nommage RDFS et du nom local de la primitive

Survols Représentation

RDFS vocabulaire RDFS (I)

- `rdfs :Resource` : la classe des ressources
- classe désignée par un URI, de type `rdfs :Class` et `rdfs :Class` : la classe des classes RDF
- propriété désignée par un URI, de type `rdf :type`, et `rdf :property`, : la classes des propriétés RDF
- propriété `rdfs :domain` : déclare les classes des sujets de la propriété, `rdfs :range` : déclare les classes des objets (valeurs) de la propriété
- hiérarchie de classes : `rdfs :subClassOf`, hiérarchie de propriétés : `rdfs :subPropertyOf`

Survols Représentation

RDFS vocabulaire RDFS (II)

- la classe de tous les types : `rdfs :Datatype`
- la classe de tous les littéraux : `rdfs :Literal`
- `rdfs :isDefinedBy` : indique l'URI du vocabulaire RDF dans lequel la ressource est décrite
- `rdfs :seeAlso` : associer 2 classes/propriétés
- associer un commentaire à une classe/propriété : `rdfs :comment`, associer un label à une classe/propriété : `rdfs :label`

Surlors Représentation

RDFS vocabulaire RDFS (III)

- `rdf:XMLLiteral` : sous-classe de la classe `rdfs:Literal` et une instance de `rdfs:Datatype` : représente les valeurs codées en XML
- `rdfs:Container` : super-classe des classes de conteneurs : `rdf:Bag`, `rdf:Seq`, `rdf:AtI`
- propriété `rdfs:member` : super-propriété des propriétés RDF d'appartenance à un conteneur RDF : `rdf:_1`, `rdf:_2`, ...
- `rdfs:ContainerMembershipProperty` la classes de toutes ces propriétés d'appartenance, toute instance de `rdfs:ContainerMembershipProperty` spécialisation de `rdfs:member`

Survols Représentation

RDFS

méta-modèle RDFS

- classes `rdfs:Resource` et `rdfs:Class` : points d'amorce du modèle
- toutes les ressources sont des instances de la classe `rdfs:Resource`
- toutes les primitives du langage sont des instances
 - soit de la classe `rdfs:Class` (y compris `rdfs:Class` et `rdfs:Resource`)
 - soit de la classe `rdf:property`

Survols Représentation

RDFS

méta-modèle RDFS : déclaration de classes

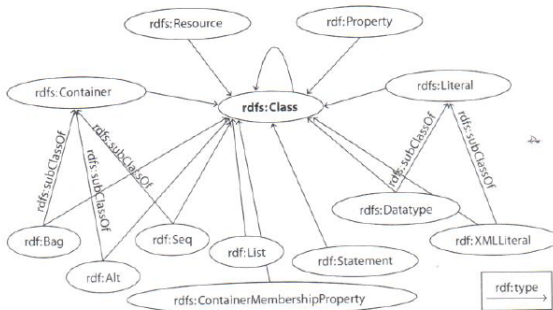


Figure: source : Le web sémantique. F. Gandon, C. Faron-Zucker, O. Corby

Survols Représentation

RDFS

mé-modèle RDFS

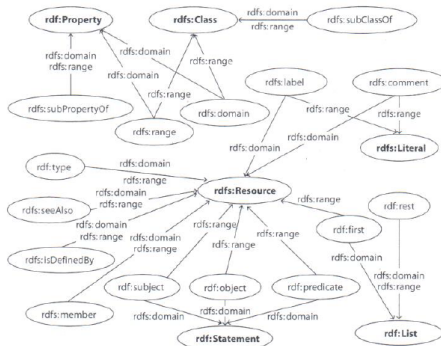


Figure: source : Le web sémantique. F. Gandon, C. Faron-Zucker, O. Corby

Survols Représentation

RDFS

sémantique du modèle RDFS en termes de modèles

- \mathcal{I} interprétation : $(\Delta^{\mathcal{I}}, f_{C^{\mathcal{I}}}, f_{P^{\mathcal{I}}})$
- $\Delta^{\mathcal{I}}$: domaine
- fonction $f_{C^{\mathcal{I}}} : C \rightarrow C^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}}$
- fonction $f_{P^{\mathcal{I}}} : P \rightarrow P^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$

Une classe C est satisfaisable ssi il existe \mathcal{I} tq $f_{C^{\mathcal{I}}}(C) \neq \emptyset$

Une propriété est satisfaisable ssi il existe \mathcal{I} tq $f_{P^{\mathcal{I}}}(P) \neq \emptyset$

Survols Représentation

RDFS

sémantique du modèle RDFS en termes de modèles

- interprétation \mathcal{I} prolongée aux individus ressources identifiées) : pour tout individu $a : \mathcal{I}(a) \in \Delta^{\mathcal{I}}$
- toute assertion (triplet RDF) $\langle s, p, o \rangle$ satisfaisable ssi $(\mathcal{I}(s), \mathcal{I}(o)) \subseteq f_{p\mathcal{I}}(p)$
- une base RDF est satisfaisable ssi toute assertion est satisfaisable
- l'interprétation qui satisfait une base RDF : modèle de la base RDF
- une assertion est logiquement impliquée par une base RDF ssi elle est satisfaisable par tout modèle de la base

Plus de détails sur RDFs

RDFs : cours détaillé

G. Antoniou & F. van Harmelen

Description des ressources web en RDF

Survols Représentation

OWL

OWL : Ontology Web Language

langage de description des ontologies lourdes

- OWL 1 recommandation du W3C depuis 2004
- OWL 2 recommandation du W3C depuis 2009
- plus expressif que RDFS permet d'exprimer
 - équivalence de classes/propriétés
 - égalité de ressources, différence, de contraire, de symétrie, cardinalité, ...

Survols Représentation

OWL

vocabulaire OWL

- URI de l'espace de nommage OWL :
<http://www.w3.org/2002/07/owl#>
- primitives décrites dans le langage RDFS et dans le langage RDF
- primitives identifiées par des URI
- URI : concaténation de l'URI de l'espace de nommage OWL et du nom local de la primitive

Définition d'une ontologie en OWL :

- définitions de classe, définitions de propriété
- méta-description de l'ontologie
- description d'individus

Survols Représentation

OWL

Définition de classe en OWL

- nommage de classe OWL : identification par un URI typé comme
 - instance de la classe des classes `owl :Class`
 - combinaison de description de classes avec les propriétés :
 - `rdfs :subClassOf`
 - `owl :equivalentClass`
 - `owl :disjointWith`

Classes prédéfinies en OWL :

- `owl : Thing` : la classe de tous les individus
- `owl : Nothing` : la classe dont l'extension est vide
 - toutes les classes OWL sont des sous-classes de `owl : Thing`
 - `owl : Nothing` est sous-classe de toutes les classes OWL

Survols Représentation

OWL

Définition de classe en OWL

énumération des instances d'une classe OWL : propriété `owl:oneOf`

- sujet de la propriété :
 - ressource de type `owl:Class`
 - anonyme
 - identifié par un URI

- valeur de la propriété :
 - liste de type `rdf:List`
 - d'éléments de type `owl:Thing`

Survols Représentation

OWL

Définition de classe en OWL : opération sur les classes OWL

- intersection : ressource anonyme ou identifiée et instance de la classe `owl : Class`
 - sujet de la propriété `owl : intersectionOf`
 - valeur de la propriété `owl : intersectionOf` : liste de description de classe
- union : ressource anonyme ou identifiée et instance de la classe `owl : Class`
 - sujet de la propriété `owl : unionOf`
 - valeur de la propriété `owl : unionOf` : liste de description de classe
- complémentaire : ressource anonyme ou identifiée et instance de la classe `owl : Class`
 - sujet de la propriété `owl : complementOf`
 - valeur de la propriété `owl : unionOf` : une description de classe

Survols Représentation

OWL

Définition de classe en OWL : opération sur les classes OWL

- disjonction 2 à 2 : ressource de type `owl : AllDisjointClasses`
 - sujet de la propriété `owl : members`
 - valeur de la propriété liste des classes disjointes

Un individu ne peut être instance de 2 de ces classes

- union de classes disjointes : ressource
 - sujet de la propriété `owl : disjointUnionOf`
 - valeur de la propriété `owl : disjointUnionOf` : liste des classes dont on fait l'union disjointe

Toute instance d'une union disjointe de classes est instance d'exactlyement une et une seule de ces classes

Survols Représentation

OWL

Définition de classe en OWL : ensemble des individus qui satisfont certaines restrictions sur certaines propriétés

restriction : ressource anonyme de type `owl : Restriction` sujet de 2 propriétés :

- propriété `owl : onProperty` qui a pour valeur la propriété sur laquelle porte la restriction
- une seconde propriété qui précise la nature de la contrainte
 - contraintes sur les valeurs possibles d'une propriété
 - `owl : hasValue`
 - `owl : allValuesFrom`
 - `owl : someValuesFrom`
 - `owl : hasSelf` (OWL 2)
 - `owl : onProperties` (OWL 2)

Survols Représentation

OWL

Définition de classe en OWL : ensemble des individus qui satisfont certaines restrictions sur certaines propriétés

restriction : ressource anonyme de type `owl : Restriction` sujet de 2 propriétés :

- propriété `owl : onProperty` qui a pour valeur la propriété sur laquelle porte la restriction
- une seconde propriété qui précise la nature de la contrainte
 - contraintes sur le nombre d'occurrences
 - `owl : maxCardinality`
 - `owl : cardinality`
 - `owl : qualifiedCardinality` (OWL 2)

description d'une classe : `owl : AnnotationProperty`

gestion de version : `owl : deprecatedClass` et `owl : deprecated` (OWL 2)

Survols Représentation

OWL

Définition d'une propriété en OWL

- nommage d'une propriété OWL : identification par un URI typage comme instance de la classe `rdf:Property`
- 2 classes de propriétés :
 - la classe `owl:ObjectProperty` : la valeur est une ressource
 - la classe `owl:DataProperty` : la valeur est un littéral

Propriétés prédéfinies

- `owl:topObjectProperty` : relie tous les individus à tous les individus
- `owl:topDataProperty` : relie tous les individus à tous les littéraux
- `owl:bottomObjectProperty` : extension vide
- `owl:bottomDataProperty` : extension vide

Survols Représentation

OWL

Définition d'une propriété en OWL

- hiérarchie de propriétés en OWL : réutilisation de `rdfs : subPropertyOf`
 - toutes les propriétés à valeurs objets sont sous-propriété de `owl : topObjectProperty`
 - la propriété `owl : bottomObjectProperty` est sous-propriété de toute propriété à valeur objet
 - toutes les propriétés à valeurs littérales sont sous-propriété de `owl : topDataProperty`
 - la propriété `owl : bottomDataProperty` est sous-propriété de toute propriété à valeur littérale
- domaine et portée : réutilisation de `rdfs : domain` et `rdfs : range`

Survols Représentation

OWL

Relation entre propriétés en OWL

- **owl : inverseOf** : deux propriétés sont inverses l'une de l'autre.
Domaine et portée : **owl : ObjectProperty**
- **owl : equivalentProperty** : deux propriétés sont équivalentes.
Domaine et portée : **ref : Property**
- **owl : PropertyChainAxiom** : une ressource est reliée à une autre par une chaîne de propriétés (OWL 2)
- **owl : PropertyDisjointWith** : deux propriétés sont disjointes l'une de l'autre (OWL 2)
- **owl : AllDisjointProperties** : ensemble de propriétés disjointes deux à deux (OWL 2) sujet d'une propriété **owl : members** dont la valeur est la liste des propriétés disjointes

Survols Représentation

OWL

Contraintes de cardinalité sur propriétés en OWL

- `owl : FunctionalProperty` : propriétés fonctionnelles, (pas plusieurs valeurs pour un même sujet). Sous-classe de `rdf : Property`
- `owl : InverseFunctionalProperty` : propriétés qui peuvent avoir plusieurs sujet pour une même valeur. Sous-classe de `owl : ObjectProperty`

Survols Représentation

OWL

Types de données en OWL

Types de données élémentaires

- Réutilisation du typage des données RDF : types de XML Schema instance de `rdfs : Datatype` et les classes `rdfs : XMLLiteral` et `rdfs : literal`
- en OWL 2 : `owl : real` et `owl : rational`

Facettes (OWL 2) : contraindre l'espace des valeurs d'un type primitif de XML Schema

- facettes `xsd : minInclusive`, `xsd : minExclusive`, `xsd : maxInclusive`, `xsd : maxExclusive` permettant de déclarer des intervalles de valeurs pour les types :
 - réels, décimaux, entiers
 - les types `xsd : double` et `xsd : float`,
 - les types `xsd : dateTime`, `xsd : dateTimeStamp`

Survols Représentation

OWL

Types de données en OWL

Type de données énuméré

- ressource décrite par la liste de ses valeurs à laquelle elle est reliée par la propriété `owl : oneOf`
- un type énuméré est une instance de la classe `owl : DataRange`

Type de données élaborés

- `owl : datatypeComplementOf` : complémentaire d'un type de données
- `owl : intersectionOf` : intersection d'au moins 2 types de données
- `owl : unionOf` : union d'au moins 2 types de données

Restriction de types données

- et Le type sur lequel porte la restriction est valeur de `owl : onDatatype` la restriction : liste valeur de la propriété `owl : withRestrictions`

Survols Représentation

OWL

Description des individus en OWL

- individus représentés par des URI ou ressources anonymes
- assertion positive :
 - déclaration de l'existence d'une propriété reliant deux individus sont reliés
 - déclaration de l'existence d'une propriété reliant un individu à une valeur littérale
- assertion négative :
 - déclaration qu'un individu n'est pas relié à un autre par une certaine propriété
 - déclaration qu'un individu n'est pas relié à une certaine valeur littérale
 - `owl : NegativePropertyAssertion` sujet de `owl : assertionProperty`, `owl : sourceIndividual`, `owl : targetIndividual` ou `owl : targetValue`

Survols Représentation

OWL

Identité d'individus en OWL

- individus identifiés par des URI
- **owl : NamedIndividual** : classes des individus nommés :
 - représenté par un IRI,
 - individu anonyme représenté par une source anonyme
- primitives pour préciser l'identité d'un individu
 - **owl : sameAs** : deux URI désignent le même individu
 - **owl : differentFrom** : deux URI désignent deux individus différents
 - **owl : AllDifferent** : un ensemble d'individus différents, et valeur de **owl : distinctMembers** : liste des individus deux à deux distincts

Survols Représentation

OWL

OWL une famille de langages

OWL 1 regroupe

- OWL Full : non décidabilité de l'inférence
- OWL DL : complétude et décidabilité de l'inférence
- OWL Lite : décidabilité de l'inférence

OWL 2 regroupe

- OWL 2 EL : complexité polynomiale du raisonnement
- OWL 2 QL : faciliter l'accès et l'interrogation
- OWL 2 RL : langage de règles

Plus de détails sur RDFs

RDFs : cours détaillé

G. Antoniou & F. van Harmelen

Description des ressources web en RDF