

---

# **Web et données liées**

*Version 2013.12.04*

04 December 2013



---

# Table des matières

---

<b>1</b>	<b>Web de données</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation et historique . . . . .	1
1.2	Linked Open Data . . . . .	6
<b>2</b>	<b>RDF</b>	<b>15</b>
2.1	Introduction . . . . .	15
2.2	Syntaxe abstraite et sémantique . . . . .	15
2.3	Syntaxes concrètes . . . . .	20
2.4	Vocabulaires . . . . .	23
<b>3</b>	<b>SPARQL</b>	<b>25</b>
3.1	Introduction . . . . .	25
3.2	Description du graphe requête . . . . .	26
3.3	Requête SELECT . . . . .	29
3.4	Autres types de requête . . . . .	31
3.5	Quelques requêtes utiles . . . . .	32
<b>4</b>	<b>Méta-vocabulaires</b>	<b>33</b>
4.1	Introduction . . . . .	33
4.2	RDF-Schema . . . . .	34
4.3	OWL . . . . .	37
<b>5</b>	<b>Projet 2013</b>	<b>39</b>
	<b>Index</b>	<b>41</b>



---

# Web de données

---

## 1.1 Motivation et historique



FIGURE 1.1 – (Source image : Wikipedia)  
Tim Berners-Lee

### 1.1.1 Le Web vu par Tim Berners-Lee (1989)

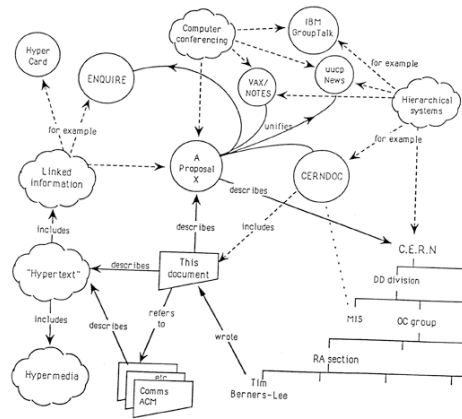


FIGURE 1.2 – Source image : CERN  
« Vague, but exciting »

**Note :** On présente souvent le Web initial comme un web « des documents », par opposition à ses évolutions ultérieures (web social, web sémantique...), mais on voit dans cette figure que lesdites évolutions étaient déjà en puissance dans l'idée de départ.

### 1.1.2 Web de ressources

Le web est constitué de **ressources**, par exemple :

- le bulletin météo du jour pour Lyon
- le bulletin météo du jour pour le lieu courant
- ma commande de café de jeudi dernier

Chaque ressource est identifiée par un IRI (*Internationalized Resource Identifier*), e.g. :

- <http://meteo.example.com/lyon>
- <http://meteo.example.com/ici>
- <http://commerce.example.com/commande/192837>

#### !/\ Ressource ≠ fichier

Une ressource n'est pas un simple fichier, dont on récupérerait le contenu. Elle est un objet *actif*, avec lequel on interagit.

- le bulletin météo du jour pour Lyon :
  - son état change chaque jour
- le bulletin météo du jour pour le lieu courant :
  - son état dépend de plus du contexte de l'utilisateur
- ma commande de café de jeudi dernier :
  - on peut agir dessus (par exemple pour l'annuler)

#### Parenthèse : URL/URI/IRI

- URL : Uniform Resource Locator (**RFC 1738**, 1994)

- URI : Uniform Resource Identifier (**RFC 2396**, 1998)
- IRI : Internationalized Resource Identifier (**RFC 3987**, 2005)
- technologies successives
- même concept

## Ressources et représentations

- Une ressource n'est jamais manipulée directement, mais toujours à travers des **représentations** (pour la créer, la consulter, la modifier).
- Les représentations d'une ressource peuvent varier en fonction
  - de son *état*
  - de l'agent qui manipule la ressource (négociation de contenu, contexte)

représentation :	utilisable par :
texte (HTML...)	humains, moteurs de recherche
médias (image, son...)	<i>surtout</i> humains
données structurées	machines

### 1.1.3 De HTML à XML

XML (eXtensible Markup Language) a été recommandé par le W3C en 1998. L'objectif était de pallier la sémantique « faible » de HTML.

```
<!-- HTML -->
<a href="http://champion.net/">
  Pierre-Antoine <strong>Champion</strong>
  (<em>Maître de conférences</em>) </a>

<!-- XML -->
<Person homepage="http://champion.net/">
  <givenName>Pierre-Antoine</givenName>
  <surname>Champion</surname>
  <job>Maître de conférences</job></Person>
```

### 1.1.4 XML et la sémantique

On a dit tout et son contraire l'apport sémantique de XML :

- XML a *plus* de sémantique que HTML,
- XML a *moins* de sémantique que HTML,

Les deux ont leur part de vérité.

#### XML a *plus* de sémantique que HTML...

... dans le sens où il est extensible : on peut donc exprimer des choses que HTML ne permet pas d'exprimer (e.g. «<givenName>»).

- Importance des *espaces de noms*, qui évitent les collisions de noms et fournissent ainsi une sémantique « structuraliste » (i.e. par différenciation).

```
<Person xmlns="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  xmlns:pro="http://example.com/"
  homepage="http://champin.net/">
  <givenName>Pierre-Antoine</givenName>
  <surname>Champin</surname>
  <pro:job>Maître de conférence</pro:job></Person>
```

## XML a moins de sémantique que HTML...

... dans la mesure où :

- un navigateur standard ne saura pas quoi faire de la balise `<givenName>` ou de la balise `<ονομα>`,
  - tout au plus il saura les afficher s'il possède une feuille de style,
- tandis qu'il connaît la sémantique de la balise `<em>` : elle dénote un texte à mettre en évidence *selon les moyens dont il dispose*, par exemple :
  - en le mettant en italique (standard)
  - en le mettant en gras (police déjà en italique)
  - en le mettant en couleurs (police sans italique, terminal)
  - en marquant une pause (synthèse vocale)

## XML : apports et limitations

Le surplus de sémantique promis par XML n'est donc pas « magique » : il suppose

- de créer de nouveaux langages basés sur XML (DTD, schémas),
- d'écrire les logiciels qui *interpréteront* ces nouveaux langages,
  - chaque langage reste relativement idiosyncratique.

## XML : apports et limitations (suite)

L'apport est donc essentiellement technique : la base commune de XML permet de *factoriser* les efforts de développement et d'apprentissage :

- analyseurs syntaxiques (*parsers*),
- langages de schémas (DTD, XML-Schema, Relax-NG...),
- langages de requêtes (XPath, XQuery),
- langages de transformation (XSL-T),
- méthode de signature cryptographique (xmldsig),
- méthode de compression (EXI)...

### 1.1.5 De XML à RDF

- Le modèle sous-jacent de la syntaxe XML est un arbre (*XML Infoset*), ce qui n'est pas adapté à la structure décentralisée du Web.
- L'objectif du *Resource Description Framework* (RDF), recommandé par le W3C en 1999, vise à munir le Web d'un modèle de données plus adapté, ayant une structure de *graphe*.
- L'objectif est de construire le *Semantic Web* : un web dans lequel les machines ont (enfin) accès à la sémantique des données.
- Recommandation un peu hâtive, présentant quelques défauts importants (notamment l'absence de sémantique formelle).
  - faible adoption de RDF



### 1.1.6 De RDF à RDF

- En 2004, le W3C publie un nouvel ensemble de recommandations sur RDF pour remplacer celles de 1999.
- Pour des raisons de compatibilité avec l'existant, certains aspects sont conservés malgré les débats qu'ils suscitent, mais les défauts considérés comme majeurs sont corrigés.
- Après cet échec relatif, l'appellation *Semantic Web* tombe peu à peu en disgrâce. Certains défenseurs de RDF parlent plus modestement de *Data Web*, puis de *Web of Linked Data* (2006).



FIGURE 1.3 – Source image : W3C

### 1.1.7 Le mouvement OpenData

Toute donnée publique (gouvernementale, ONU) ou publiée (scientifique) devrait être accessible sous une forme permettant le traitement automatique (en plus d'une forme lisible pour des humains).

- <http://data.gov/>
- <http://data.un.org/>
- <http://data.gouv.fr/>
- <http://smartdata.grandlyon.com/>
- Raw Data Now (Tim Berners-Lee à TED)

## 1.2 Linked Open Data

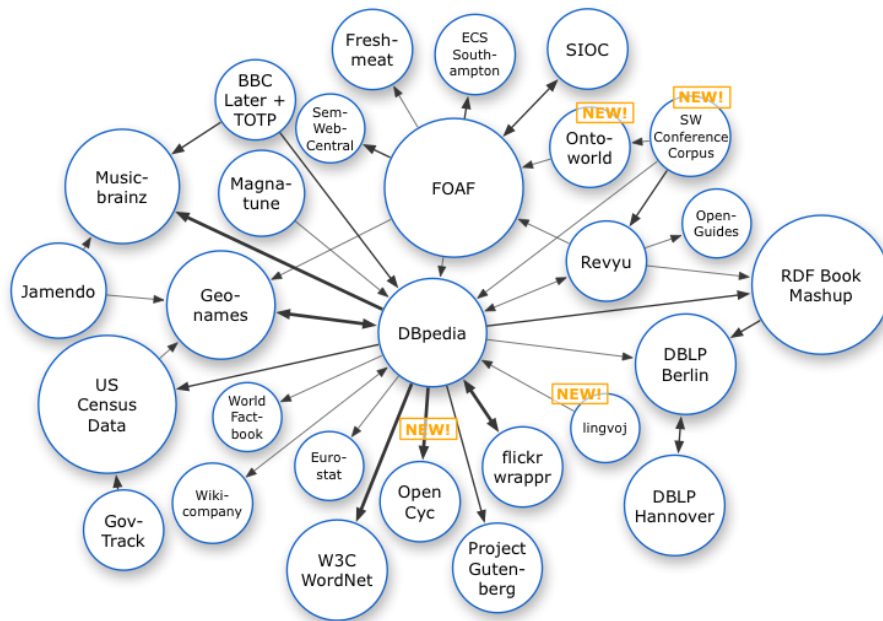


FIGURE 1.4 – Source image : Richard Cyganiak

### 1.2.1 Les quatre principes de Linked Data

- Utiliser des IRIs pour nommer les choses (= ressources).
  - Utiliser des IRIs HTTP pour pouvoir obtenir des *représentations* de ces ressources.
  - Fournir ces représentations en utilisant des langages et des protocoles standards (RDF, SPARQL).
  - Inclure des liens pour permettre de découvrir de nouvelles ressources.
- d'après Tim Berners-Lee, <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

### Ouvrir les données liées

- Intérêt des IRIs : tout jeu de données peut référencer des données d'un autre jeu de données
  - réutilisation de l'existant
- Intérêt des IRIs déréférençable (*cool IRIs*) : permet de découvrir de nouvelles données sur le mode de l'hyper-texte
  - passage à l'échelle
  - importance d'un format commun → RDF
- Linked open data *star scheme*



FIGURE 1.5 – Source image : DERI

## 1.2.2 Projet emblématique : DBpedia

- Projet lancé par Chris Bizer en 2007.
- Objectif : extraire les informations structurées (*infobox*) présentes dans Wikipedia pour les exposer en RDF.
- En septembre 2013 (version 3.9) :

The English version of the DBpedia knowledge base currently describes 4.0 million things, out of which 3.22 million are classified in a consistent Ontology, including 832,000 persons, 639,000 places (including 427,000 populated places), 372,000 creative works (including 116,000 music albums, 78,000 films and 18,500 video games), 209,000 organizations (including 49,000 companies and 45,000 educational institutions), 226,000 species and 5,600 diseases.

## Informations structurées dans Wikipedia

The image shows a screenshot of the Wikipedia article for Lyon. The page title is "Lyon" and it includes a navigation menu, a search bar, and a table of contents. The main text describes Lyon as a city in east-central France, situated between Paris and Marseille. It mentions that Lyon is a major center of business, known for its gastronomy and role in the history of cinema. The article also notes that Lyon is the capital of the Rhône-Alpes region and is a UNESCO World Heritage Site. On the right side of the page, there are several information boxes: "Ville de Lyon" with the city flag and coat of arms, a motto "Motto: Avant, avant, Lion le meilleur.", a location map of France highlighting Lyon, and an "Administration" table listing the country, region, department, and other administrative details.

Country	France
Region	Rhône-Alpes
Department	Rhône (69)
Arrondissement	Lyon
Canton	chief town of 14 cantons
Subdivisions	9 arrondissements
Intercommunality	Urban Community of Lyon

FIGURE 1.6 – Source image : Wikipedia

### 1.2.3 Le « LOD cloud »

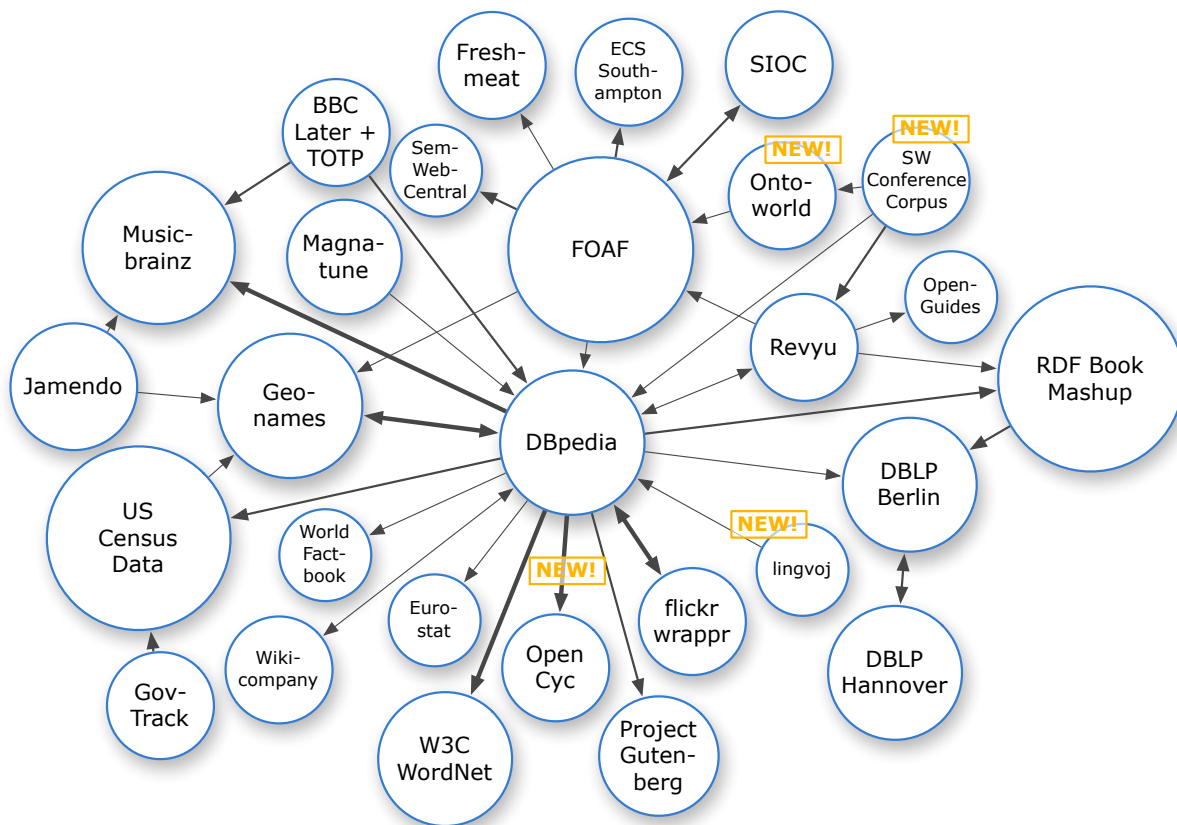


FIGURE 1.7 – Source image : Richard Cyganiak  
En 2007

Le « LOD cloud »

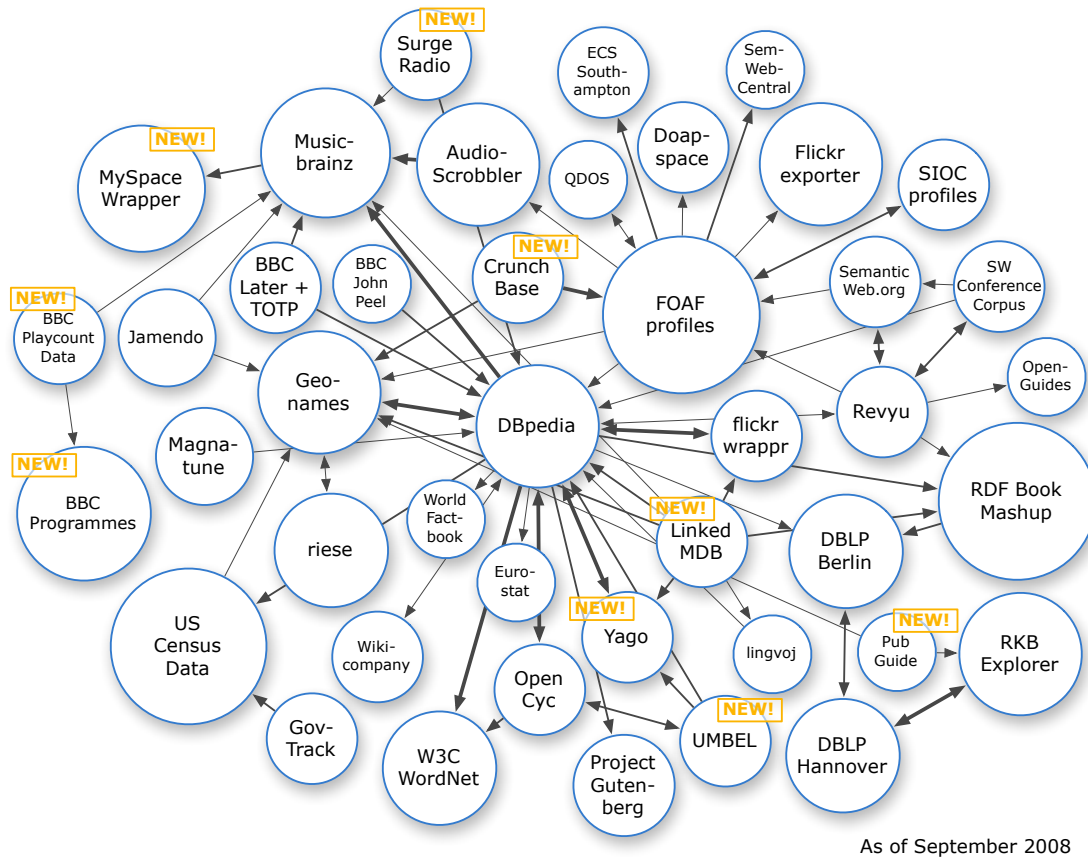


FIGURE 1.8 – Source image : Richard Cyganiak en 2008

Le « LOD cloud »

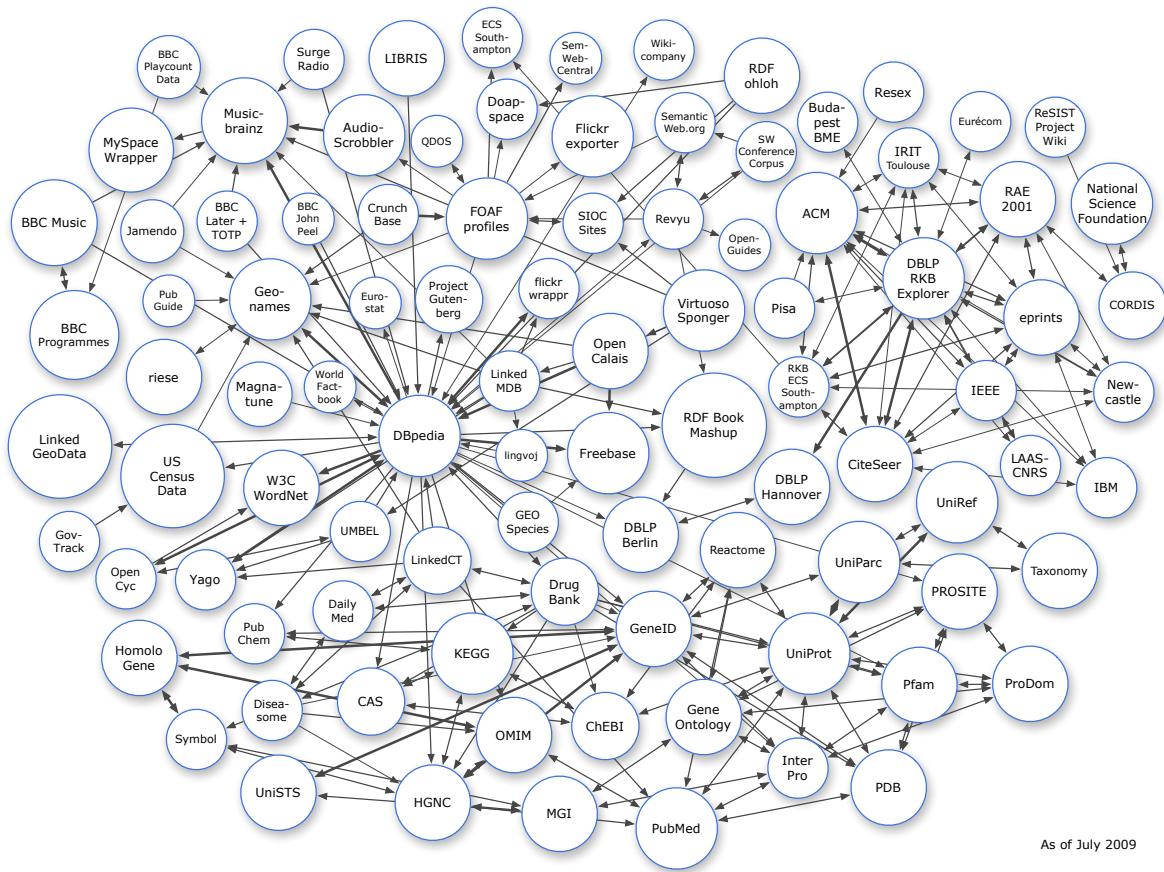


FIGURE 1.9 – Source image : Richard Cyganiak en 2009

Le « LOD cloud »

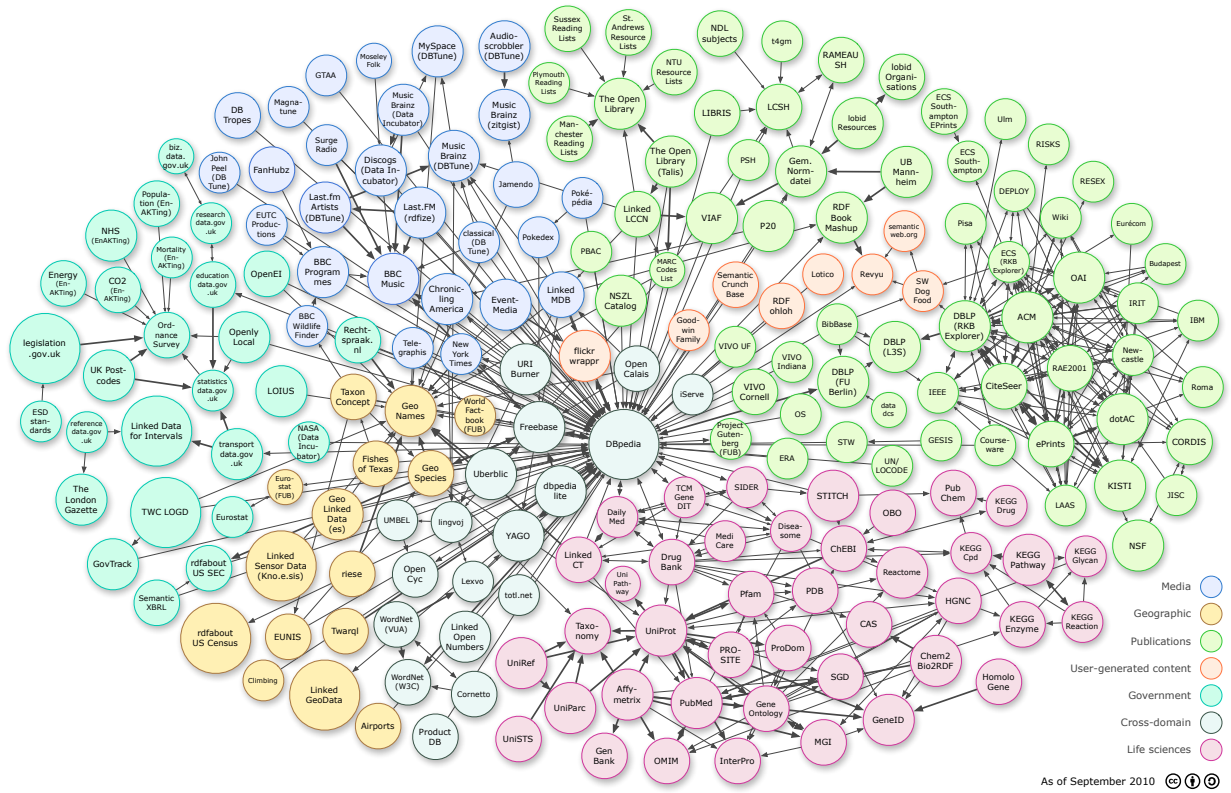


FIGURE 1.10 – Source image : Richard Cyaniak en 2010





<http://schema.org/>  
<http://schema.rdfs.org/>

Ces projets ont le même objectif : rendre le Web plus accessible aux machines.

Bien qu'utilisant initialement des technologies différentes, ils convergent progressivement vers RDF.



---

# RDF

---

## 2.1 Introduction

### 2.1.1 Vue d'ensemble

RDF 2004 définit :

- une syntaxe abstraite (modèle de donnée),
- une sémantique pour *interpréter* la syntaxe abstraite,
- plusieurs syntaxes concrètes pour représenter/échanger la syntaxe abstraite.

## 2.2 Syntaxe abstraite et sémantique

### 2.2.1 Triplet

Toute information en RDF est représentée par un *triplet*,  
signifiant qu'une *chose* est en *relation* avec une autre.

Exemple :

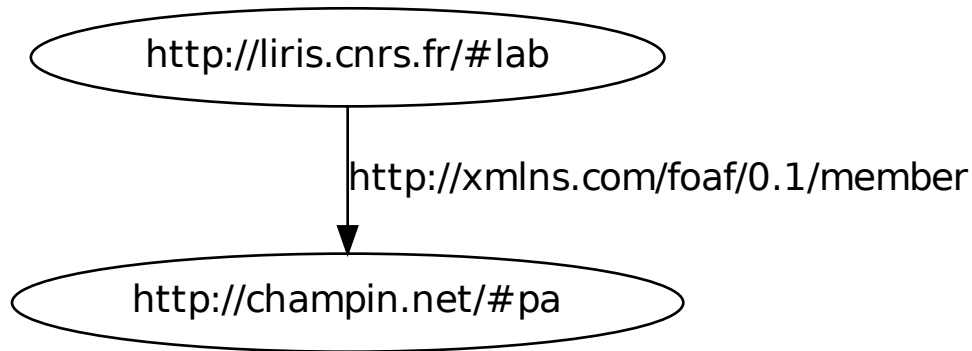
Le laboratoire LIRIS (sujet)  
a pour membre (prédicat)  
Pierre-Antoine Champin (objet)

### Nommage

Les choses sont nommées par des IRIs :

<http://liris.cnrs.fr/#lab>  
<http://xmlns.com/foaf/0.1/member>  
<http://champin.net/#pa>

On peut représenter ceci graphiquement :



### Remarque

Dans RDF, les URIs ne sont utilisés que comme des **identifiants opaques**.

Les représentations qui sont éventuellement accessibles via ces URIs (par *déréférencement*) n'ont aucune influence sur leur sémantique.

Notons que le mouvement *Linked Data* (page 6) préconise une utilisation *particulière* des URIs dans laquelle les représentations doivent être cohérentes avec la sémantique. Cependant cette contrainte n'est pas inhérente à RDF.

## 2.2.2 Préfixes

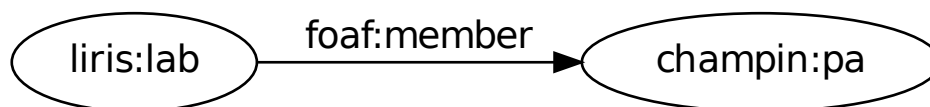
Pour simplifier les **notations**, on définit des préfixes courts correspondant à des préfixes d'IRI :

```
liris : → http://liris.cnrs.fr/#  
foaf : → http://xmlns.com/foaf/0.1/  
champin : → http://champin.net/#
```

On utilise ensuite des *noms préfixés* :

```
liris:lab foaf:member champin:pa
```

et également sous forme graphique :

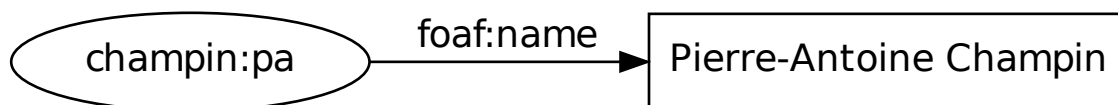


## 2.2.3 Littéraux

On peut également lier une ressource à une *donnée typée* (chaîne de caractère, entier, réel...), nommée un littéral.

```
champin:pa foaf:name "Pierre-Antoine Champin"
```

Traditionnellement, on représente les littéraux par des nœuds rectangulaires :



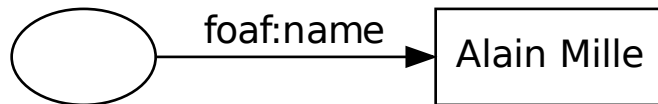
## 2.2.4 Nœuds muets

Enfin, RDF permet de parler d'une ressource sans connaître son IRI. Cela revient en logique à utiliser une variable quantifiée existentiellement.

(quelque chose) foaf:name "Alain Mille"

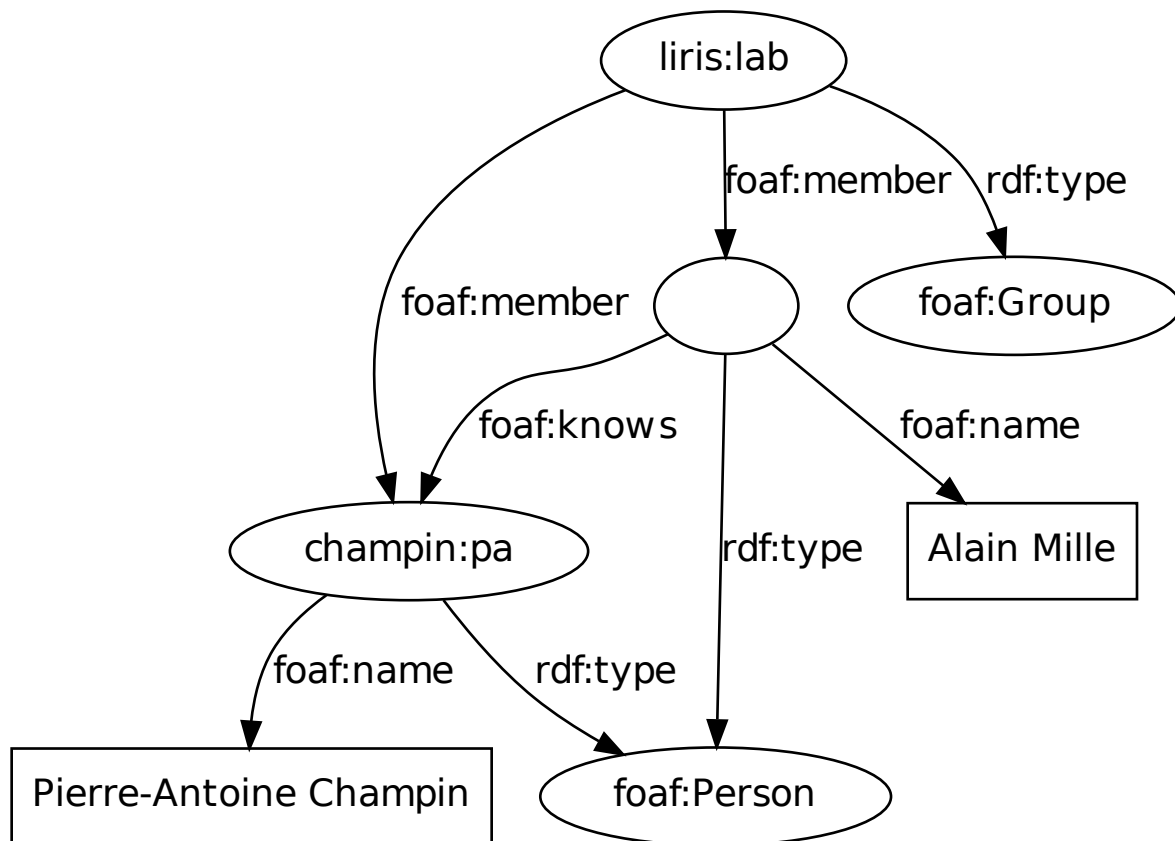
On parle alors de nœud *muet* (par analogie aux variables muettes).

Graphiquement, on représente cette ressource par un nœud vierge (*blank node*).



## 2.2.5 Exemple de graphe

Un ensemble de triplets forme un graphe orienté étiqueté.



## 2.2.6 Sémantique et inférences

En informatique, la *sémantique* d'un langage est souvent définie par les *inférences* (déductions) qu'on peut faire avec ce langage.

La structure du graphe permet de faire un minimum d'inférence, sans même avoir besoin de connaître le vocabulaire.

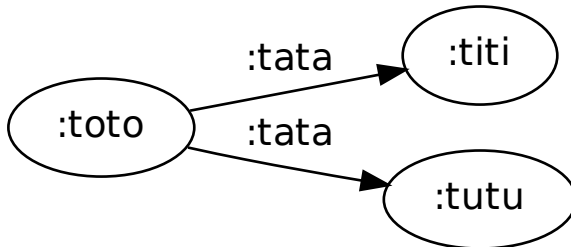
**Indice :** Par analogie, de l'arbre XML `<a b="foo" c="bar"/>`, on peut « inférer » l'arbre `<a c="bar" b="foo"/>` sans même connaître la sémantique des balises ou des attributs, car l'ordre des attributs n'est pas significatif.

---

### Monotonie

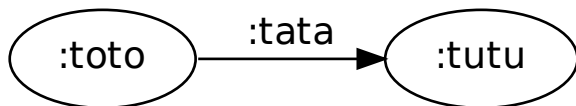
On peut déduire d'un graphe n'importe quel sous-graphe.

Si :



« toto a pour tata titi et tutu »

alors :

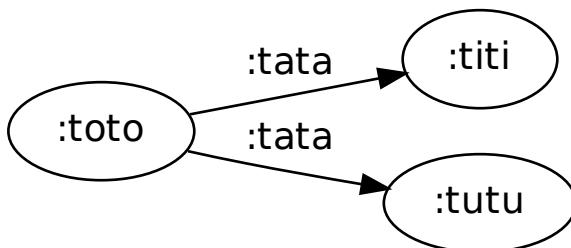


« toto a pour tata tutu »

### Anonymisation

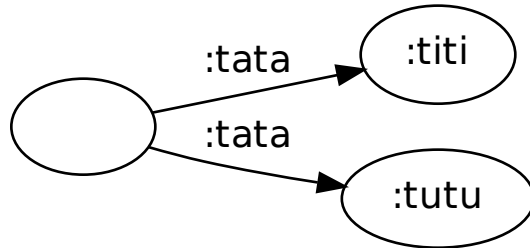
On peut remplacer n'importe quel nœud par un nœud muet.

Si :



« toto a pour tata titi et tutu »

alors :

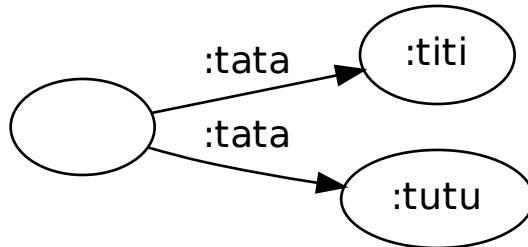


« quelque chose est le tata de titi et tutu »

### Éclatement

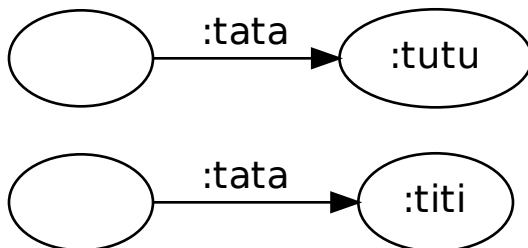
On peut « éclater » n'importe quel nœud muet.

Si :



« quelque chose a pour tata titi et tutu »

alors :

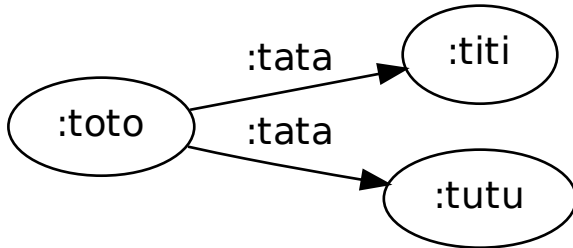


« quelque chose a pour tata titi, et  
quelque chose a pour tata tutu »

### Inférences supplémentaires

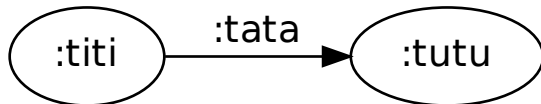
Bien sûr, des inférences supplémentaires peuvent être faites en prêtant une sémantique particulière aux IRIs utilisés dans le graphe.

Par exemple, si :



« toto a pour tata titi et tutu »

et si *tata* est une relation symétrique et transitive, alors (entre autre) :



« titi a pour tata tutu »

### Vocabulaire et sémantique additionnelle

On verra plus tard des langages (RDF-Schema, OWL) permettant de définir la sémantique de certains IRIs.

Mais ces langages ne peuvent pas remettre en cause les inférences présentées ci-avant.

---

**Indice :** Analogie : lorsqu'on définit un format XML, on prête une sémantique particulière aux éléments et attributs de ce format, mais on ne peut *pas* prêter de sémantique à l'ordre des attributs ;

- sémantiquement, ce ne serait plus du XML,
  - pragmatiquement, les outils standards (analyseur syntaxique, sérialiseurs) ne permettraient pas de contrôler cet aspect de la syntaxe.
- 

## 2.3 Syntaxes concrètes

---

**Note :** Dans cette section, on illustre chacune des syntaxes concrètes avec l'exemple de graphe donné *plus haut* (page 17).

---

### 2.3.1 RDF/XML

- syntaxe recommandée par le W3C (1999)
- basée sur XML
- relativement complexe et verbeuse

**Syntaxe** <http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>

**Valideur** <http://www.w3.org/RDF/Validator/>



## RDF/XML : exemple

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  >
  <foaf:Group rdf:about="http://liris.cnrs.fr/#lab">
    <foaf:member>
      <foaf:Person>
        <foaf:name>Alain Mille</foaf:name>
        <foaf:knows
          rdf:resource="http://champin.net/#pa"/>
        </foaf:Person>
      </foaf:member>
    <foaf:member>
      <foaf:Person rdf:about="http://champin.net/#pa">
        <foaf:name>Pierre-Antoine Champin</foaf:name>
      </foaf:Person>
    </foaf:member>
  </foaf:Group>
</rdf:RDF>
```

### 2.3.2 Turtle : Terse RDF Triple Language

- dérivée du langage N3
- en passe d'être recommandé par le W3C (en 2012)
- vise la simplicité et la compacité

**Syntaxe** <http://www.w3.org/TR/turtle/>

**Valideur** <http://www.rdfabout.com/demo/validator/>

#### Turtle : exemple

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
@prefix champin: <http://champin.net/#> .

liris:lab
  a foaf:Group ;
  foaf:member champin:pa, _:am .
champin:pa
  a foaf:Person ;
  foaf:name "Pierre-Antoine Champin" .
_:am
  a foaf:Person ;
  foaf:name "Alain Mille" ;
  foaf:knows champin:pa .
```

#### Turtle : exemple 2

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
@prefix champin: <http://champin.net/#> .

liris:lab
  a foaf:Group ;
  foaf:member champin:pa, [
```

```
    a foaf:Person ;
    foaf:name "Alain Mille" ;
    foaf:knows champin:pa .
] .
champin:pa
a foaf:Person ;
foaf:name "Pierre-Antoine Champin" .
```

### 2.3.3 RDFa : RDF in attributes

RDFa est une utilisation d'attributs (existants ou supplémentaires) de (X)HTML pour y inclure du RDF (à la manière des micro-formats) :

- facilite la migration de contenus HTML vers RDF
- facilite la maintenance en cohérence de la version HTML et des données RDF (*DRY : Don't Repeat Yourself*)

**Syntaxe** <http://www.w3.org/TR/rdfa-primer/>

**Valideur** <http://check.rdfa.info/>

**Distiller** <http://www.w3.org/2012/pyRdfa/>

#### RDFa : exemple

```
<p prefix="foaf http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  about="_:am">
  <span property="foaf:name"
    >Alain Mille</span>
  est membre du
  <a rev="foaf:member" href="http://liris.cnrs.fr/#lab"
    >LIRIS</a>.
  Il connaît
  <span rel="foaf:knows" href="http://champin.net/#pa">
    <span property="foaf:name"
      >Pierre-Antoine Champin</span>,
  un autre membre de
  <span rev="foaf:member" href="http://liris.cnrs.fr/#lab">
    ce laboratoire.</span>
</span> </p>
```

### 2.3.4 JSON-LD

- Rappel : JSON est un langage d'échange de données, basé sur Javascript, et très utilisé en développement web.
- JSON-LD (JSON Linked Data) permet d'interpréter une structure JSON comme du RDF,
- grâce à un *contexte* (implicite ou explicite).
- Objectif : faciliter l'adoption de RDF (syntaxe abstraite) auprès des développeurs d'applications web.

**Syntaxe** <http://www.w3.org/TR/json-ld-syntax/>

**Valideur** <http://json-ld.org/playground/>

#### JSON-LD : exemple

```
{ "@context" : { /* ... */ },
  "@id": "http://liris.cnrs.fr/#lab",
  "@type": "Group",
  "member": [
    {
      "@id": "http://champion.net/#pa",
      "@type": "Person",
      "name": "Pierre-Antoine Champion"
    },
    {
      "@type": "Person",
      "name": "Alain Mille",
      "knows": "http://champion.net/#pa"
    }
  ]
}
```

## 2.3.5 Autres syntaxes

- Comme l'illustrent RDFa et JSON-LD, tout langage peut être interprété comme du RDF :
  - dialectes en XML (GRDDL)
  - microformats (<http://microformats.org/>)
  - microdata (<http://www.data-vocabulary.org/>)
- ← Prépondérance de la syntaxe abstraite.
- Difficulté : faire correspondre des IRIs là ou d'autres langages utilisent des termes « locaux ».

## 2.4 Vocabulaires

### 2.4.1 Trouver un vocabulaire

- <http://lov.okfn.org/>
- <http://swoogle.umbc.edu/>

### 2.4.2 Quelques vocabulaires utiles

#### Dublin Core

Méta-données à propos des documents :

- titre, résumé...
- créateur, contributeur...
- date de création, de dernière modification, versions...

**description** [http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary\\_dcterms.html](http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary_dcterms.html)

**homepage** <http://purl.org/dc/terms/>

#### FOAF : Friend of a friend

Description de personnes et de leur réseau social

- Personne (nom, prénom, page web, adresse e-mail, *connaissance*...)
- Groupe (membres...)

— Document (a pour sujet...), Image (représente...)

**description** [http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary\\_foaf.html](http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary_foaf.html)

**homepage** <http://www.foaf-project.org/>

## SIOC : Semantically-Interlinked Online Communities

Description de communautés en ligne

- Forum, Blog, Wiki...
- Article, Commentaire...

**description** [http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary\\_sioc.html](http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary_sioc.html)

**homepage** <http://rdfs.org/sioc/spec/>

## WGS84 : Word Geodetic System

Coordonnées géographiques

- SpatialThing, Point
- latitude, longitude, altitude

**description** [http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary\\_geo.html](http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary_geo.html)

**homepage** (rdf) [http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84\\_pos](http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos)

## GoodRelations

e-commerce

- Produit et Service, Offre...
- quantité, prix, garantie...

**description** [http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary\\_gr.html](http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary_gr.html)

**homepage** <http://purl.org/goodrelations/v1>

## Schema.org

Vocabulaire généraliste

- destiné à améliorer l'indexation des pages par les moteurs de recherche

**description** [http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary\\_schema.html](http://lov.okfn.org/dataset/lov/details/vocabulary_schema.html)

**homepage** <http://schema.org/>

---

# SPARQL

---

## 3.1 Introduction

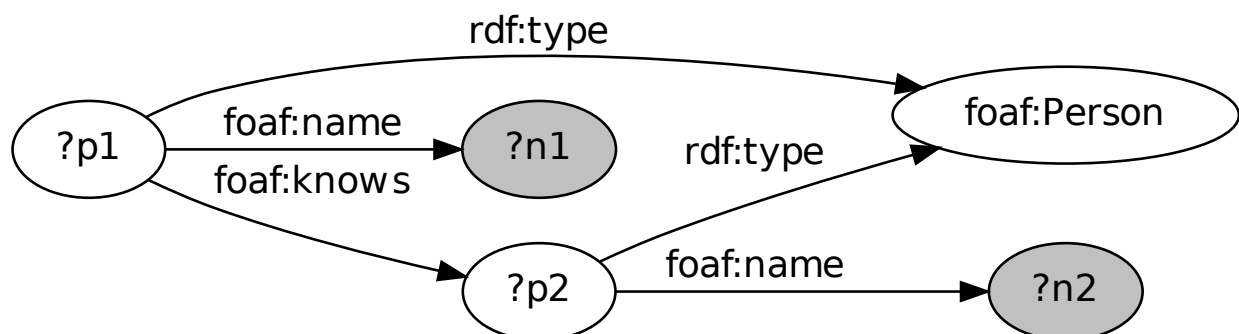
### 3.1.1 Objectifs

- Vous donner des bases pour écrire des requêtes SPARQL.
- Bonus : lire/écrire du Turtle (très proche de SPARQL).
- Ce n'est qu'une introduction ; pour en savoir plus : <http://www.w3.org/TR/sparql11-overview/>

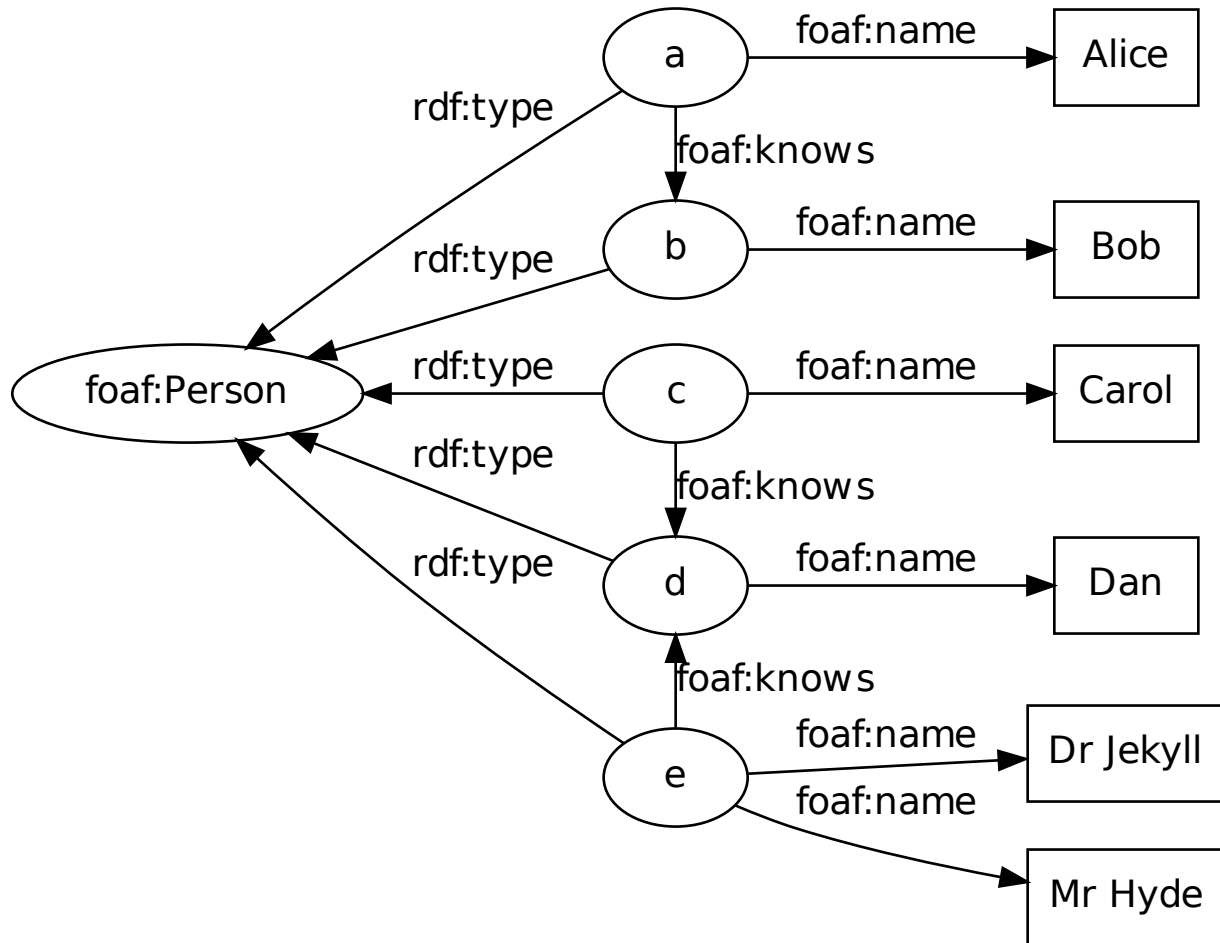
### 3.1.2 Requête simple

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>

SELECT ?n1 ?n2
WHERE {
  ?p1 a <http://xmlns.com/foaf/0.1/Person> .
      foaf:name ?n1 ;
      foaf:knows ?p2 .
  ?p2 a foaf:Person ;
      foaf:name ?n2 .
}
```



Exemple de données



Résultats

n1	n2
Alice	Bob
Carol	Dan
Dr Jekyll	Dan
Mr Hide	Dan

### 3.2 Description du graphe requête

#### 3.2.1 Préfixes

Rappel : les préfixes servent à abréger les IRIs.

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX : <http://example.com/>
```

### 3.2.2 Termes

IRI en extension (relatif ou absolu) :

```
<http://xmlns.org/foaf/0.1/Person>
<../other-file.rdf>
<#something>
<>
```

IRI abrégé :

```
foaf:Person
:something
```

#### Termes (suite)

Litéral :

```
"Bonjour"
>Hello"@en          # avec tag de langue
"123"^^xsd:integer  # typé

42                  # equiv. "42"^^xsd:integer
1.5                 # equiv. "1.5"^^xsd:decimal
314e-2              # equiv. "314e-2"^^xsd:double
true                # equiv. "true"^^xsd:boolean
```

Nœud muet :

```
_:toto
[]          # voir ci-après
```

#### Termes (suite)

Variable (SPARQL seulement) :

```
?x
$y
```

NB : pas de distinction entre ? et \$, donc ?x et \$x identifient la *même* variable.

### 3.2.3 Triplets

— 3 termes (sujet, prédicat, objet) séparés par des espaces et suivis d'un point ". " :

```
?p1 foaf:name "Pierre-Antoine Champin" .
```

— cas particulier : le mot clé "a" en position de prédicat est un raccourci pour  
<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> :

```
?p1 a foaf:Person .
```

— le retour à la ligne vaut pour une espace ; la structure est donnée par la ponctuation.

## Factorisation

- On *peut* « factoriser » plusieurs triplets ayant le même sujet en séparant les couples <prédicat, objet> par un point-virgule ";" :

```
<#pa> a foaf:Person ;
      foaf:givenName "Pierre-Anntoine" ;
      foaf:surname "Champin" .
```

- On *peut* « factoriser » plusieurs triplets ayant le même sujet et le même prédicat en séparant les objets par une virgule "," :

```
<#pa> foaf:phone <tel:+33-472-44-82-40>, <tel:+33-472-69-21-73> .
```

- On peut bien sûr combiner les deux types de factorisation.
- On n'est jamais obligé de factoriser, on peut aussi répéter les termes.

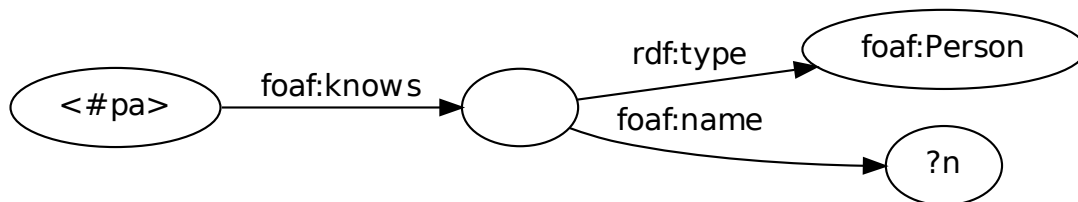
## Nœud muet

Lorsqu'un nœud muet n'a qu'un seul arc entrant, au lieu de lui inventer un identifiant local :

```
<#pa> foaf:know _:quelqun .
_:quelqun a foaf:Person ; foaf:name ?n .
```

on peut utiliser la notation [] :

```
<#pa> foaf:knows [
  a foaf:Person ;
  foaf:name ?n
] .
```



### 3.2.4 Sous-graphe optionnel

En SPARQL, on peut accepter qu'une partie du graphe ne soit pas satisfaite :

```
?p1 a foaf:Person ; foaf:name ?n .
OPTIONAL { ?p1 foaf:phone ?tel }
```



### 3.2.5 Filtres

En SPARQL, on peut ajouter des contraintes sur les valeurs d'un graphe, avec la clause `FILTER`.

```
?p foaf:age ?a .
FILTER (?a >= 18)
```

On peut combiner des conditions avec les opérateurs logiques « et » (&&), « ou » (||) et « non » (!).

```
FILTER ( 20 <= ?a && ?a < 30 )
```

#### Opérations utiles pour les filtres

- comparaisons : =, !=, <, >, <=, >=
- opérateurs arithmétiques : +, -, \*, /
- nature d'un nœud : isIRI, isBLANK, isLITERAL, isNUMERIC
- vérifier qu'une variable (utilisée avec OPTIONAL) a bien une valeur : Bound
- recherche de texte : REGEX(<variable>, <texte>)

## 3.3 Requête SELECT

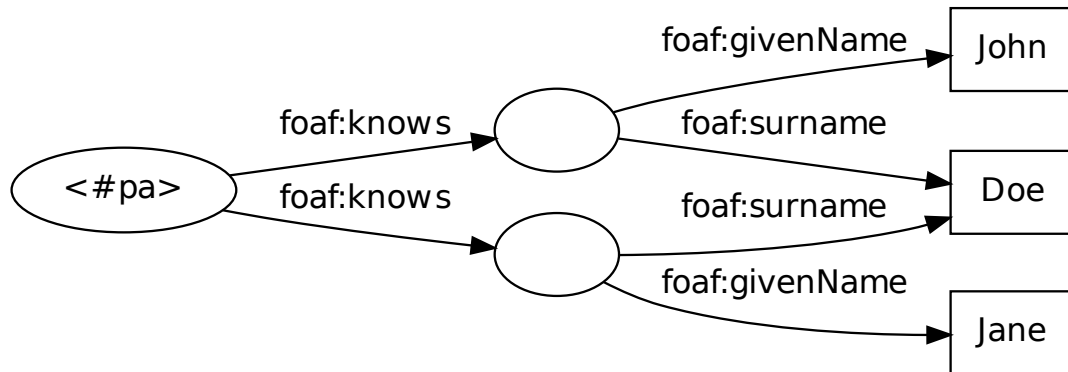
### 3.3.1 Présentation

- Similaire au SELECT de SQL :
  - projection sur un sous-ensemble des variables du graphe
- Résultat : tableau
  - une colonne par variable sélectionnée
  - une ligne par résultat
- Structure :
 

```
SELECT <variables> WHERE { <graphe> }
```

### 3.3.2 DISTINCT

```
SELECT DISTINCT ?sn
WHERE { <#pa> foaf:knows ?p. ?p foaf:surname ?sn. }
```



Sans le `DISTINCT`, la requête renverra deux fois le résultat `sn="Doe"`.

### 3.3.3 LIMIT et OFFSET

Pour obtenir les 10 premiers résultats :

```
SELECT ?p
WHERE { <#pa> foaf:knows ?p. }
LIMIT 10
```

Pour obtenir les 5 résultats suivants :

```
SELECT ?p
WHERE { <#pa> foaf:knows ?p. }
LIMIT 5 OFFSET 10
```

### 3.3.4 ORDER BY

```
SELECT ?p ?n
WHERE { <#pa> foaf:knows [ foaf:givenName ?p ; foaf:surname ?n ] }
ORDER BY ?n ?p
```

On peut aussi trier par ordre descendant :

```
SELECT ?name ?age
WHERE { <#pa> foaf:knows [ foaf:name ?name ; foaf:age ?age ] }
ORDER BY DESC(?age)
LIMIT 1
```

---

**Note :** l'utilisation du tri *et* de `LIMIT 1` permet ici de n'obtenir que la personne la plus vieille que connaît <#pa>.

---

### 3.3.5 GROUP BY

Sert à *aggréger* certaines valeurs avec l'une des fonctions d'aggrégations : Count, Sum, Avg, Min, Max, GroupConcat et Sample.

```
SELECT ?p1 (count(?p2) as ?cp2)
WHERE { ?p1 foaf:knows ?p2 }
GROUP BY ?p1
```

On peut combiner GROUP BY avec ORDER BY et LIMIT (attention à l'ordre) :

```
SELECT ?p1 (count(?p2) as ?cp2)
WHERE { ?p1 foaf:knows ?p2 }
GROUP BY ?p1
ORDER BY DESC(?cp2)
LIMIT 3
```

## 3.4 Autres types de requête

### 3.4.1 ASK

- Sert à demander si un graphe existe ou non dans la base.
- Résultat : vrai ou faux
- Structure :  
ASK { <graphe> }

### 3.4.2 CONSTRUCT

- Sert à construire un graphe à partir des résultat d'un autre
- Résultat : un graphe RDF
- Structure :  
CONSTRUCT { <graphe> } WHERE { <graphe> }
- Peut jouer un rôle similaire à XSL-T pour RDF

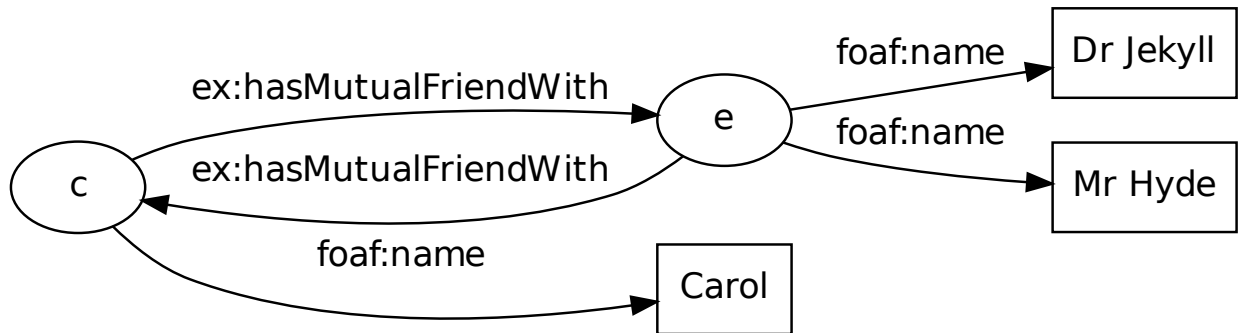
#### Exemple

```
CONSTRUCT {
  ?p1 ex:hasMutualFriendWith ?p3 ;
  foaf:name ?n1 .
  ?p3 foaf:name ?n3 .
} WHERE {
  ?p1 foaf:knows ?p2 .
  ?p3 foaf:knows ?p2 .
  OPTIONAL { ?p1 foaf:name ?n1 }
  OPTIONAL { ?p3 foaf:name ?n3 }
}
```

construit un graphe contenant des arcs `ex:hasMutualFriendWith` entre les personnes qui partagent au moins un ami, et copie également les arcs `foaf:name` concernant ces personnes, le cas échéant.

### Résultat de l'exemple

En appliquant l'exemple de CONSTRUCT ci-dessus au graphe donné en exemple en début de chapitre, on obtient :



### 3.4.3 SPARQL Update

Depuis la version 1.1, possibilité de *modifier* les données.

## 3.5 Quelques requêtes utiles

### 3.5.1 Exploration des types de ressources

```

SELECT ?type
WHERE { ?o a ?type }
GROUP BY ?type
ORDER BY DESC(count(?o))
LIMIT 30
  
```

### 3.5.2 Exploration des propriétés liées à un type

```

SELECT DISTINCT ?prop
WHERE { ?o a <http://example.org/UnType> ; ?prop ?val . }
LIMIT 30
  
```

---

# Méta-vocabulaires

---

## 4.1 Introduction

### 4.1.1 Motivation

Découverte de la sémantique d'un terme (IRI) en le déréférençant.

Exemple : `http://dbpedia.org/resource/James_Bond`

```
:James_Bond
  a dbo:FictionalCharacter ;
  dbo:creator :Ian_Fleming .
```

Ce principe s'applique également aux classes et aux prédicats.

### 4.1.2 Problème

Syndrome du dictionnaire : il faut pouvoir s'« arrêter » sur des termes connus.

Nécessité d'un vocabulaire (ensemble de termes) permettant de décrire d'autres vocabulaires : **méta-vocabulaires**.

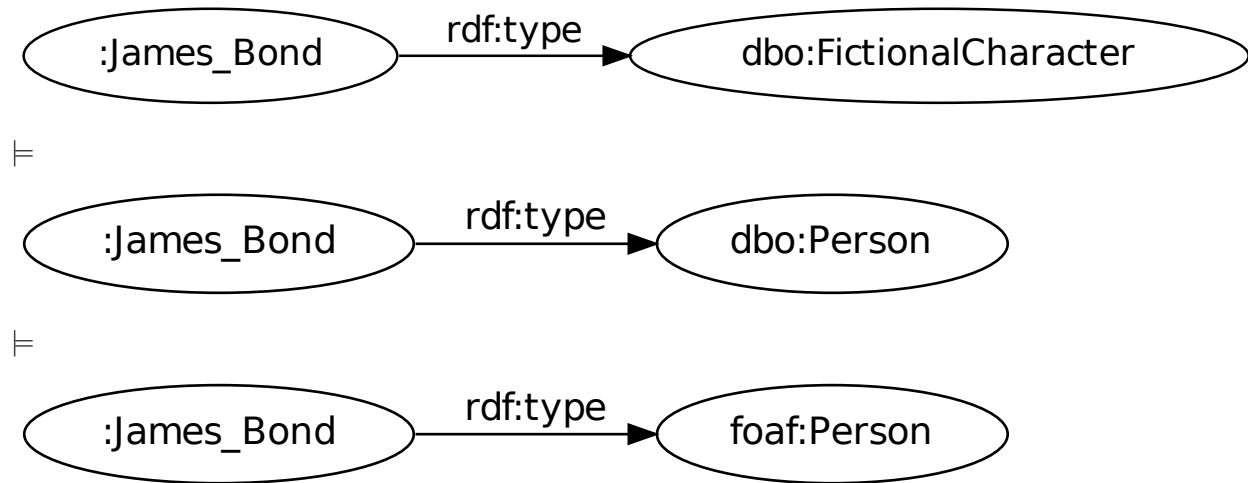
Analogie : XML-Schema est un vocabulaire XML dont la sémantique est connue *a priori*, et qui permet d'exprimer la structure de nouveaux vocabulaires.

### 4.1.3 Objectif

Expliciter *formellement* la sémantique des vocabulaires (en conformité avec la sémantique de RDF), afin de

- limiter les problèmes d'ambiguïté sur les termes
- permettre leur découverte dynamique
  - relations sémantiques internes
- assurer l'interopérabilité
  - relations sémantiques avec d'autres vocabulaires

#### 4.1.4 Exemples d'inférences



## 4.2 RDF-Schema

### 4.2.1 Présentation

- RDF-Schema (ou RDF-S) est une recommandation du W3C publiée en même temps que RDF (1999 et révisée en 2004).
- Il permet d'exprimer une hiérarchie de classes et une hiérarchie de propriétés (relations).  
→ hiérarchie au sens *large* : treillis
- Il permet aussi d'exprimer des contraintes sémantiques sur les propriétés et les classes.  
/∧ contrainte sémantique  $\neq$  contrainte d'intégrité

### 4.2.2 Espaces de noms et préfixes

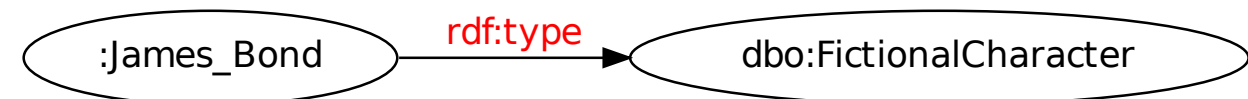
Suite à des circonvolutions historiques, le vocabulaire RDF-Schema utilise deux espaces de nom, associés respectivement aux préfixes suivants :

@prefix **rdf:** <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>>  
 @prefix **rdfs:** <<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>>

### 4.2.3 `rdf:type`

`rdf:type` indique l'appartenance d'une ressource à une classe.

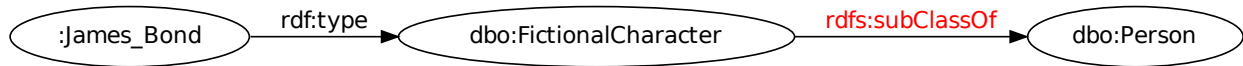
Exemple :



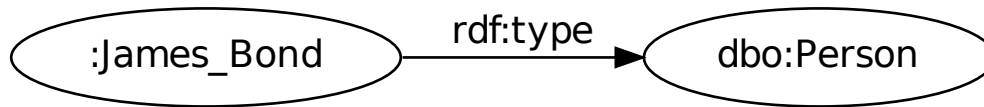
#### 4.2.4 rdfs :subClassOf

rdfs :subClassOf indique une relation de spécialisation entre classes (« est une sorte de », ou « tous les X sont des Y »).

Exemple :



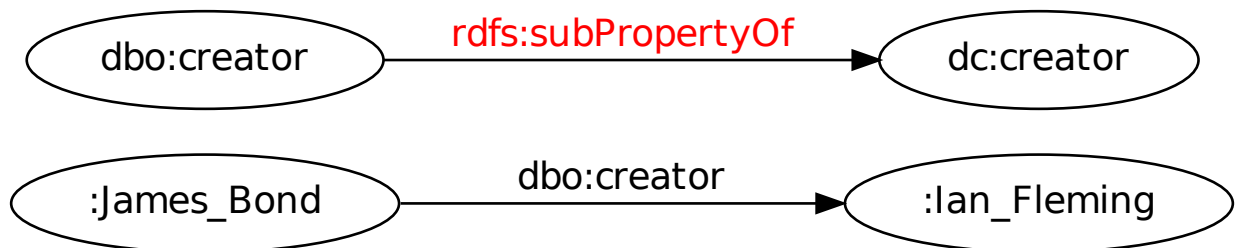
⊨



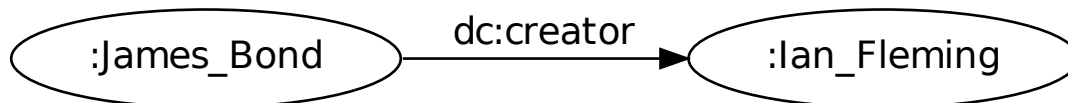
#### 4.2.5 rdfs :subPropertyOf

rdfs :subPropertyOf indique une relation de spécialisation entre propriétés (« est une sorte de »).

Exemple :



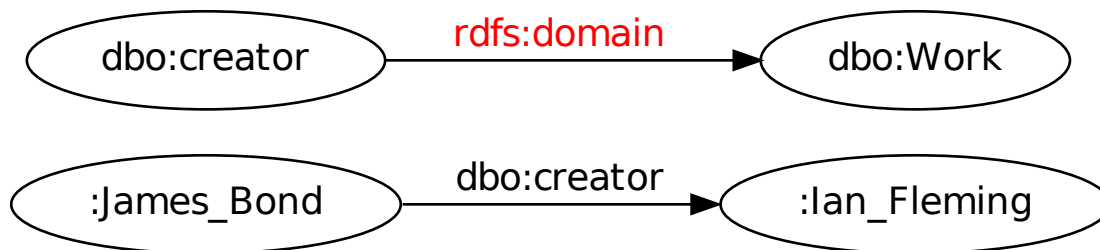
⊨



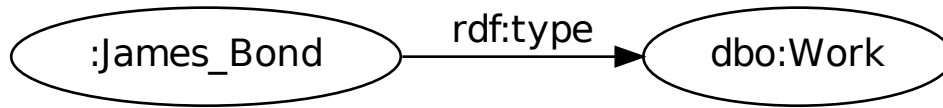
#### 4.2.6 rdfs :domain

Indique qu'une propriété porte nécessairement sur les instances d'une classe.

Exemple :



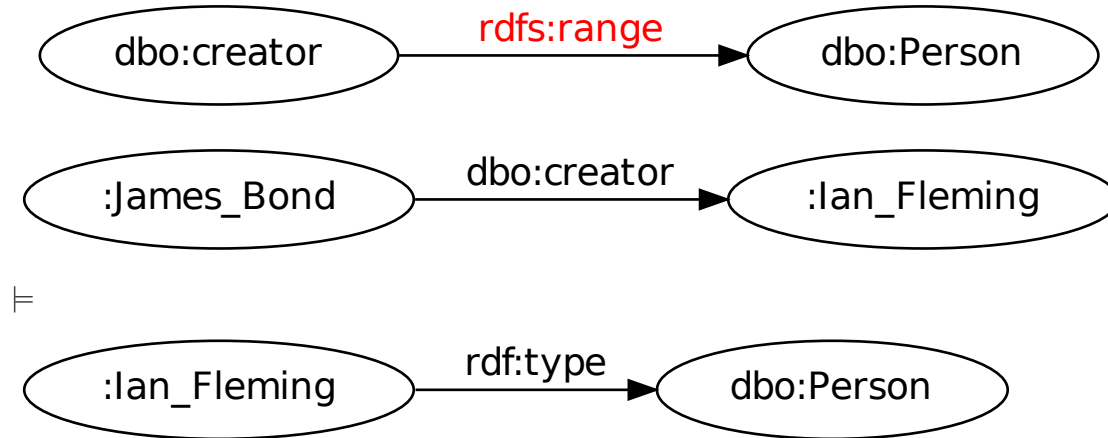
⊨



### 4.2.7 rdfs :range

Indique qu'une propriété a nécessairement pour valeur les instance d'une classe.

Exemple :



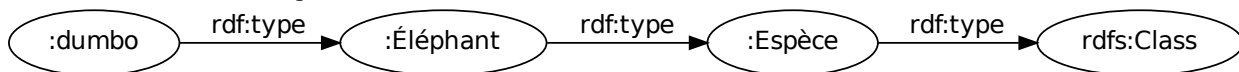
### 4.2.8 Documentation

RDF-Schema fournit aussi des termes pour *documenter* un vocabulaire :

- `rdfs:label` permet d'associer un libellé textuel à un URI (éventuellement plusieurs, par exemple dans plusieurs langues) ;
- `rdfs:comment` permet d'associer un commentaire textuel plus long ;
- `rdfs:seeAlso` permet de pointer vers une autre ressource.

### 4.2.9 Méta-modélisation

Rien n'empêche, en RDF-S, d'avoir une classe qui soit elle même une instance d'une autre classe (méta-classe). C'est d'ailleurs de cette manière que les classes sont identifiées.

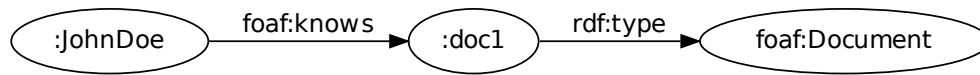


### 4.2.10 Contrainte sémantique ≠ contraintes d'intégrité

Les méta-propriétés `rdfs:domain` et `rdfs:range` ne servent *pas* à vérifier qu'un graphe serait « valide ». Il ne permettent que d'*inférer* des faits supplémentaires.

- Comme RDF-S n'a pas de négation, ceci n'entraîne jamais d'incohérence *formelle*.  
→ en d'autres termes, la sémantique de RDF-S ne permet pas de détecter les incohérences (conceptuelles) que pourraient entraîner ces inférences.





## 4.3 OWL

### 4.3.1 Présentation

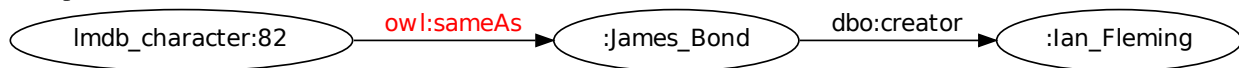
OWL (Web Ontology Language) a été recommandé par le W3C en 2004, et sa version 2 en 2009.

- C'est un méta-vocabulaire (comme RDF-S) inspiré des **logiques de descriptions** avec valeurs concrètes (littéraux).
- Il définit plusieurs *profils* offrant des compromis différents en terme d'expressivité et de complexité.
- Il mime les capacités de méta-modélisation de RDF-S (*punning*).

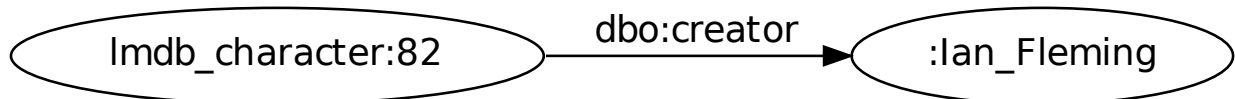
### 4.3.2 owl :sameAs

Indique que deux IRIs dénotent la même ressource.

Exemple :



⊨





---

# Projet 2013

---

En travaux



---

# Index

---

## R

### RFC

RFC 1738, 2

RFC 2396, 3

RFC 3987, 3