



# Introduction to Semantic Web

**Amel Bouzeghoub**  
**CSC 4538**



# The web today

## ■ Search engines are efficient

- Set of documents
- Based on html
- Search by keywords
- Usable by humans

## ■ But

- Significant noise (a lot of irrelevant documents in the answer)
- Low recall (number of relevant documents not retrieved)

# Navigation example

Google

bruno defude

Tous Vidéos Actualités Images Maps Plus Paramètres Outils

Environ 20 700 résultats (0,34 secondes)

www.inf.int-evry.fr › -defude ›

**PAGE DE BRUNO DEFUDE | Département Informatique**

Bruno DEFUDE, Directeur adjoint de la Recherche et des Formations Doctorales à TELECOM SudParis, école de l'Institut Mines-Telecom et école des Ingénieurs ...

Vous avez consulté cette page de nombreuses fois. Date de la dernière visite : 28/12/20

www.inf.int-evry.fr › index-eng › Traduire cette page

**HOME PAGE BRUNO DEFUDE**

Bruno DEFUDE, Deputy Dean of Research and Doctoral Studies of TELECOM SudParis, school of Institut Mines-Telecom and component of Institut ...

Vous avez consulté cette page 2 fois. Dernière visite : 28/12/20

fr.linkedin.com › bruno-defude-5693600 ›

**Bruno Defude - directeur adjoint recherche et formations ...**

Voir le profil de Bruno Defude sur LinkedIn, le plus grand réseau professionnel mondial. Bruno a 6 postes sur son profil. Consultez le profil complet sur LinkedIn ...

www.theses.fr › ... ›

**Bruno Defude - theses.fr**

Bruno Defude a dirigé les 13 thèses suivantes : Supporting multiple data stores based applications in cloud environments, par Rami Sellami sous la direction de ...

www.telecom-evolution.fr › responsable-defude-bruno ›

**Responsable DEFUDE Bruno | Télécom Evolution**

DEFUDE Bruno, Professeur à Télécom SudParis, est spécialiste de la gestion de données et a notamment travaillé sur la distribution des données à grande ...

www.telecom-sudparis.eu › recherche › contacts ›

**Contacts Recherche et Innovation à Télécom SudParis**

Bruno Defude, Directeur adjoint de la recherche, en charge des formations doctorales. +33 (0)1 60 76 45 67 | Courriel, Véronique Guy, Responsable ...

Vous avez consulté cette page 2 fois. Dernière visite : 27/12/20

copainsdavant.linternaute.com › bruno-defude-13798053 ›

**Bruno DEFUDE, 59 ans (MONTGERON, GRENOBLE) ...**

DEFUDE Bruno : Bruno DEFUDE, né en 1961 et habite MONTGERON. Aux dernières nouvelles il était à Institut National Polytechnique De Grenoble à ...

scholar.google.com › citations › Traduire cette page

**defude bruno - Google Scholar**

Telecom SudParis, UMR CNRS Sarcomer - Cited by 1499 - database - distributed systems

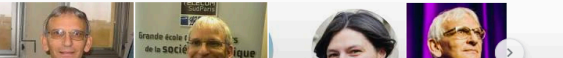
Vous avez consulté cette page le 27/12/20

cv.archives-ouvertes.fr › bruno-defu... › Traduire cette page

**CV HAL : CV de Bruno Defude**

Rami Sellami, Bruno Defude, Complex queries optimization and evaluation over relational and NoSQL data stores in cloud environments, IEEE transactions on ...

Images correspondant à bruno defude



# Navigation example

- All the navigation is done manually
- All sources involve the same person
- There is no reason why this cannot be done automatically.
- The underlying data must be represented
- This is the purpose of semantic web

# Towards the semantic web

- **Current search engines do not (few) use semantics**
- **To go further it is necessary to take into account the semantics of the documents**
  - Text : interpretation of the content, does the structure carry meaning?
  - Image : structure, objects in the image, colors, ...
  - Video : images + animation, ...

# Google search

Google obama

Tous Actualités Images Vidéos Shopping Plus Paramètres Outils

Envoyer 288000000 résultats (0,60 secondes)

fr.wikipedia.org › wiki › Barack\_Obama  
**Barack Obama — Wikipédia**  
Barack Obama /bəˈjɑːk oʊˈbɑːmə/, né le 4 août 1961 à Honolulu (Hawaï), est un homme d'État américain. Il est le 44<sup>e</sup> président des États-Unis, en ...  
Date de naissance : 4 août 1961 (... Nom de naissance : Barack Hu...  
Parti politique : Parti démocrate Religion : Protestantisme  
Malia Obama · Michelle Obama · Obama (homonymie) · Barack Obama, Sr.

À la une

Swing-Féminin  
Michelle Obama a offert à Barack Obama un original de Valentino Dixon po...  
Il y a 10 heures

ELLE  
Barack Obama : découvrez ses morceaux préférés de l'année 2020  
Il y a 1 semaine

RFI  
La discrète part de l'Afrique dans les mémoires d'Obama  
Il y a 1 mois

Tout afficher

Vidéos

Etats-Unis : la fin de l'ère Obama  
YouTube · FRANCE 24  
12 janv. 2017  
11:48

A hopeful holiday message from President Obama  
YouTube · Obama Foundation  
Il y a 6 jours  
2:48

President Obama is Scared of Sasha and Roasts Donald Trump  
YouTube · Jimmy Kimmel Live  
Il y a 1 mois  
25:48

Tout afficher

Images correspondant à obama

Signaler un problème

Revendiquer cette fiche info

Afficher les résultats pour

**Barack Obama**

44<sup>e</sup> président des Etats-Unis

Barack Obama /bəˈjɑːk oʊˈbɑːmə/, né le 4 août 1961 à Honolulu, est un homme d'État américain. Il est le 44<sup>e</sup> président des États-Unis, en fonction du 20 janvier 2009 au 20 janvier 2017. Wikipédia

**Date/Lieu de naissance** : 4 août 1961 (Âge: 59 ans), centre médical pour les femmes et les enfants de Kapiolani, Honolulu, Hawaï, États-Unis

**Taille** : 1,85 m

**Mandat présidentiel** : 20 janvier 2009 – 20 janvier 2017

**Épouse** : Michelle Obama (m. 1992)

**Vice-président** : Joe Biden (2009–2017)

Livres Voir d'autres éléments (plus de 45)

Une terre promise 2010	Les Rêves de mon père 1995	L'Audace d'espérer... 2006	Lettre à mes filles 2010

Recherches Voir d'autres éléments (plus associées de 15)

Abrah... Lincoln Tenda...	John Fitzge... Kennedy Tenda...	Joe Biden Tenda...	Donald Trump Tenda...

Signaler un problème

Revendiquer cette fiche info

Afficher les résultats pour

# Google Search



isaac newton



Tous Images Vidéos Actualités Livres Plus Paramètres Outils

Environ 53 100 000 résultats (0,54 secondes)

fr.wikipedia.org/wiki/Isaac\_Newton

## Isaac Newton — Wikipédia

Isaac Newton ( 25 décembre 1642 J – 20 mars 1727 J, ou 4 janvier 1643 G – 31 mars 1727 G) est un mathématicien, physicien, philosophe, alchimiste, ...

Père : Isaac Newton (d)

Mère : Hannah Ayscough

Activités : [Mathématicien](#), [philosophe](#)

Sépulture : [Abbaye de Westminster](#)

[Maison de naissance d'Isaac ...](#) · [Discussion:Isaac Newton](#) · [Gravitation](#)

### Autres questions posées

Pourquoi Newton est connu ?

Qu'est-ce que Newton a découvert ?

Quelles sont les 3 lois de Newton ?

Comment Newton a découvert la gravitation ?

Commentaires

www.futura-sciences.com > Sciences > Personnalités

### Isaac Newton

Né le 25 décembre 1642 selon le calendrier Julien, mais le 4 janvier 1643 si l'Angleterre avait suivi alors notre décompte actuel, **Isaac Newton** était si chétif ...

www.linternaute.fr > Science > Biographie > Physique

### Isaac Newton : biographie courte et ses découvertes sur la ...

1 oct. 2019 — BIOGRAPHIE ISAAC NEWTON - Physicien anglais, **Isaac Newton** est reconnu pour ses découvertes en physique, astronomie, optique ou ...

www.larousse.fr > encyclopedie > personnage > sir\_Isaa...

### sir Isaac Newton - Encyclopédie Larousse en ligne

Physicien mathématicien et astronome anglais Woolsthorpe Lincolnshire 1642-Londres 1727 Figure majeure de l'histoire des sciences **Isaac Newton** a fondé la ...

www.bibmath.net > bios > quoi=newton

### Biographie de Isaac Newton - BibM@th

**Isaac Newton** (25 décembre 1642 [Woolsthorpe]- 19 mars 1727 [Londres]). On connaît en général de la vie de Newton l'épisode (légendaire ?) de la pomme qui ...

www.astrofiles.net > astronomie-isaac-newton

### Isaac Newton (1642-1727) | Astrofiles

**Isaac Newton** (1642-1727) est un physicien, philosophe, astronome, et mathématicien anglais, considéré comme l ...

5 juin 2019 · Ajouté par Arpan Tolly



## Isaac Newton

Mathématicien

Isaac Newton est un mathématicien, physicien, philosophe, alchimiste, astronome et théologien anglais, puis britannique. [Wikipédia](#)

**Date/Lieu de naissance** : 4 janvier 1643, [Maison de naissance d'Isaac Newton, Royaume-Uni](#)

**Date de décès** : 31 mars 1727, [Kensington](#)

**Nom complet** : Sir Isaac Newton

**Lieu d'inhumation** : [Abbaye de Westminster, Londres, Royaume-Uni](#)

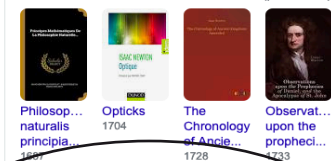
**Découvertes** : [Lois du mouvement de Newton](#), [Loi universelle de la gravitation](#)

Vérifiez ces faits afin d'aider les autres utilisateurs.

Date de naissance

### Livres

Voir d'autres éléments (plus de 45)

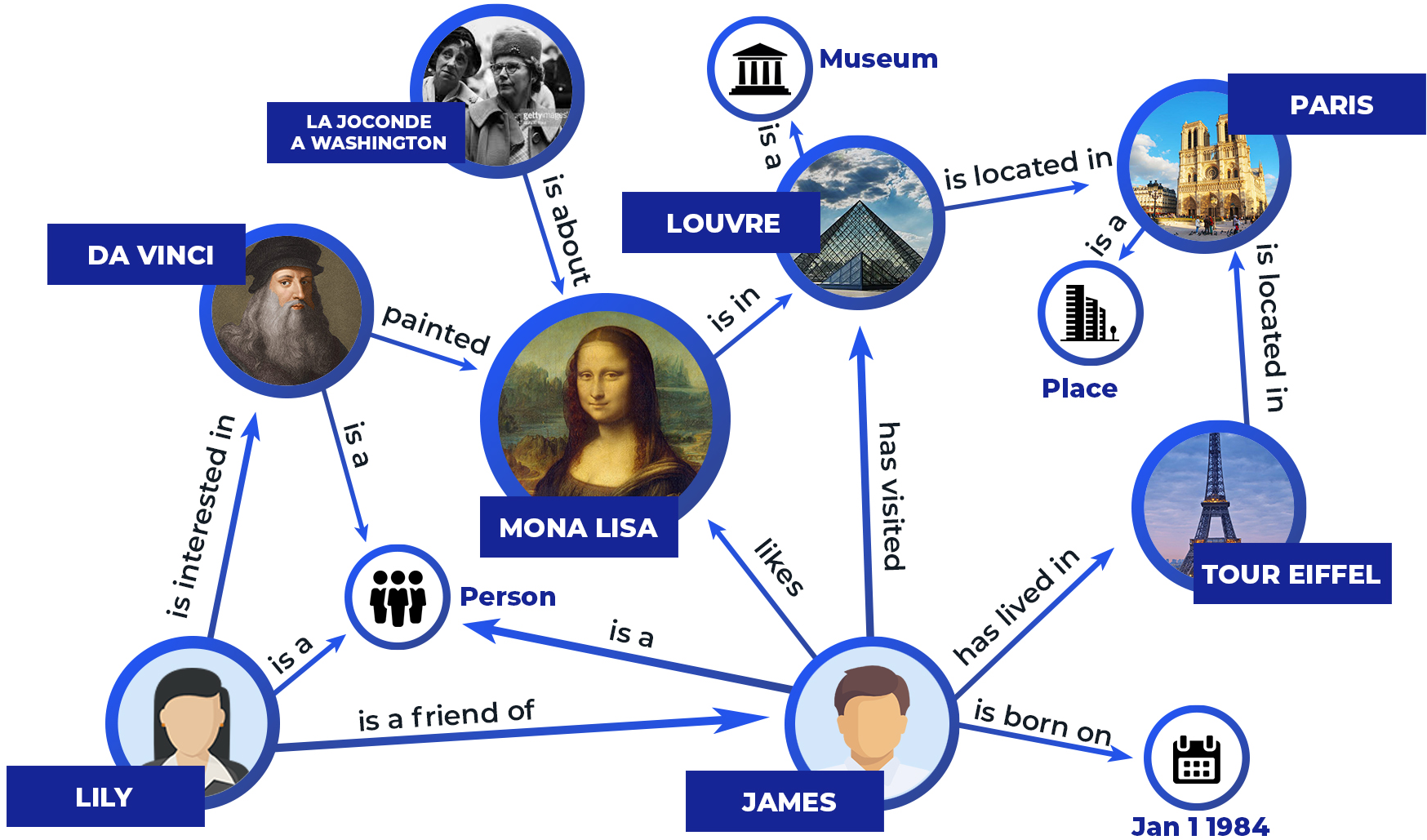


### Recherches associées

Voir d'autres éléments (plus de 15)



# Google Knowledge Graph





# The semantic web

- A set of technologies to make the content of web resources accessible and usable by programs and software agents through a formal metadata system.
- A layer that adds to the current web
- Target Goal: a web of data
- Requires shared vocabularies

# Current web vs. semantic web

- Set of documents
  - Based on HTML
  - Search by keywords
  - Usable by humans
- Set of knowledge
  - Based on XML and RDF(S)
  - Search by concepts
  - Usable by a machine

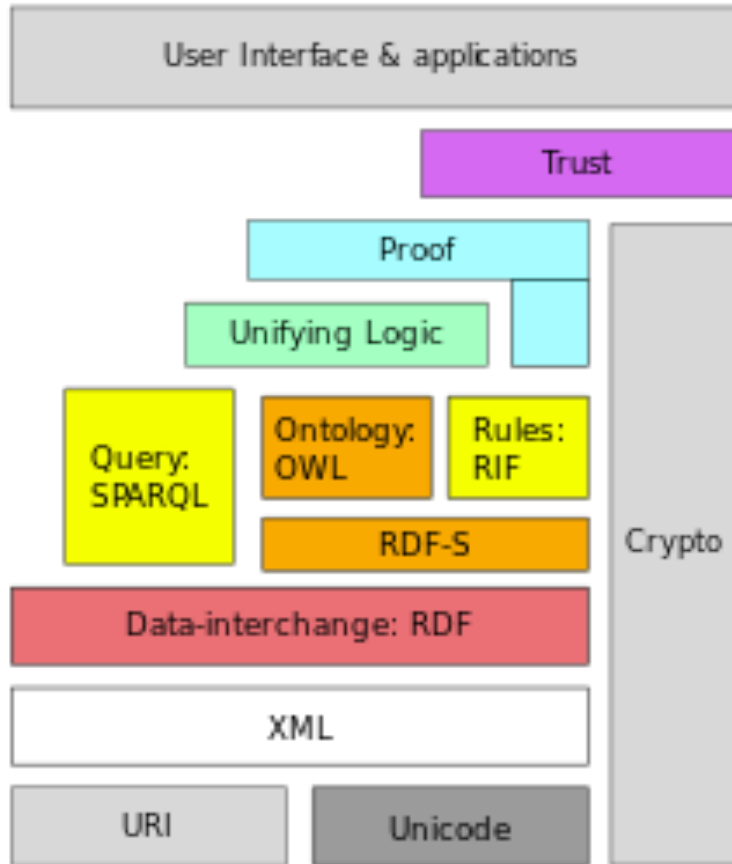
# W3C Semantic Web Activity Statement

“The Semantic Web is an **extension of the current web** in which information is given well-defined meaning, better **enabling computers and people to work in cooperation**. The mix of content on the web has been shifting from exclusively human-oriented content to more and more **data content**.

The Semantic Web brings to the web the idea of having data defined and linked in a way that it can be used for **more effective discovery, automation, integration, and reuse across various applications**. For the web to reach its full potential, it must evolve into a Semantic Web, providing a universally accessible platform that allows data to be shared and **processed by automated tools as well as by people.**”

W3C

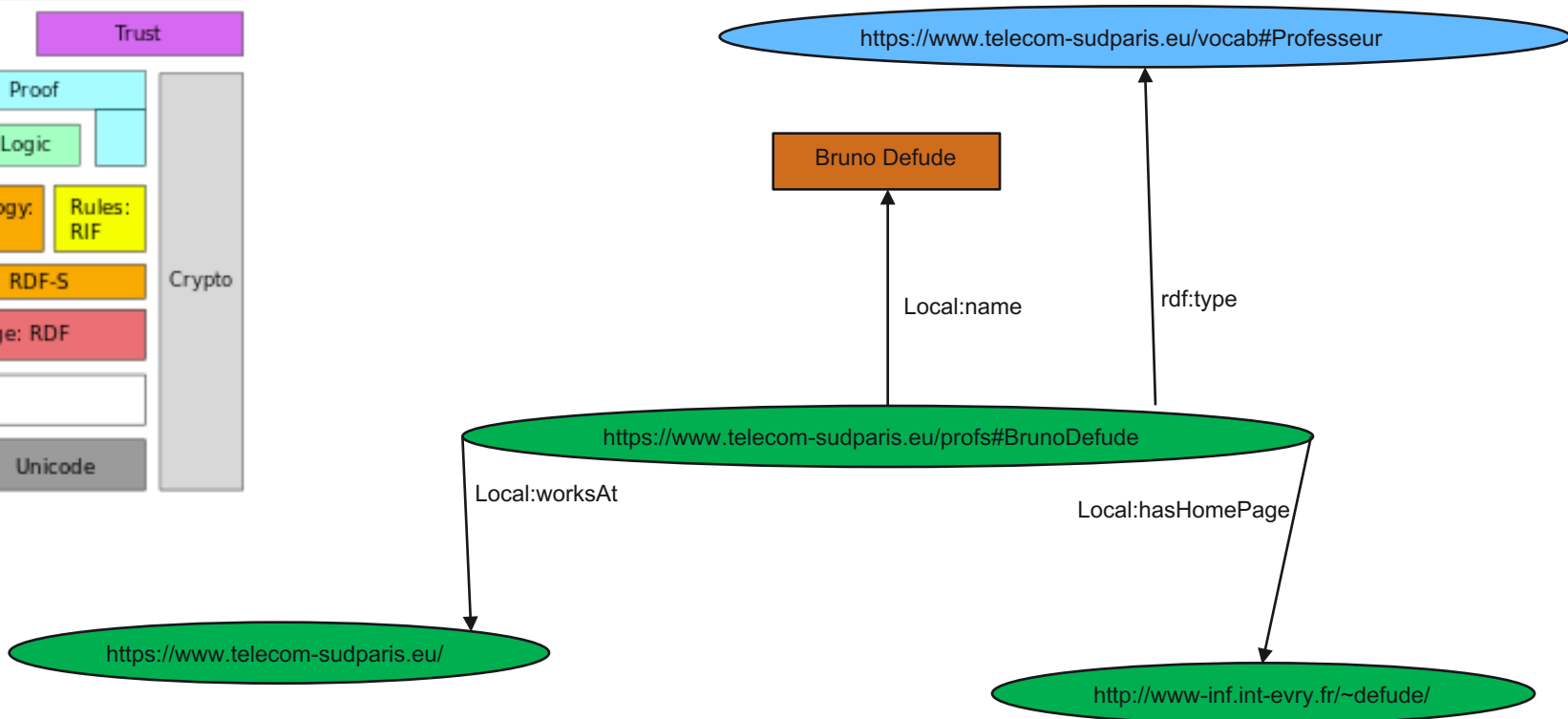
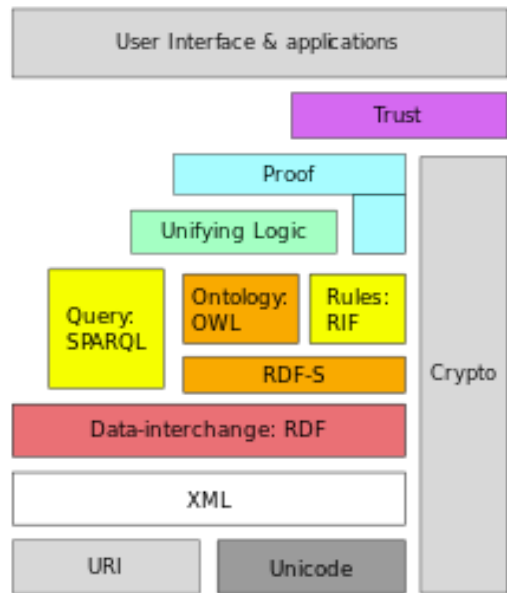
# Semantic Web Stack



- Rules: use a more expressive logic for reasoning
- SPARQL: a query language, based on a graph matching process
- OWL : representation language for more complex ontologies
- RDF-Schema: class language, simple
  - representation of simple structures and ontologies
  - with hierarchical description of concepts and properties
- RDF (Resource Description Framework):
  - data model to describe web resources
  - Graph: nodes represent resources and edges represent relationships between resources.
- XML: extensible markup language:
  - It's a meta-language to define our own tags.
- URI ([Uniform Resource Identifier](#) ) identifies an entity referred to on the web. This entity is not necessarily available on the web.

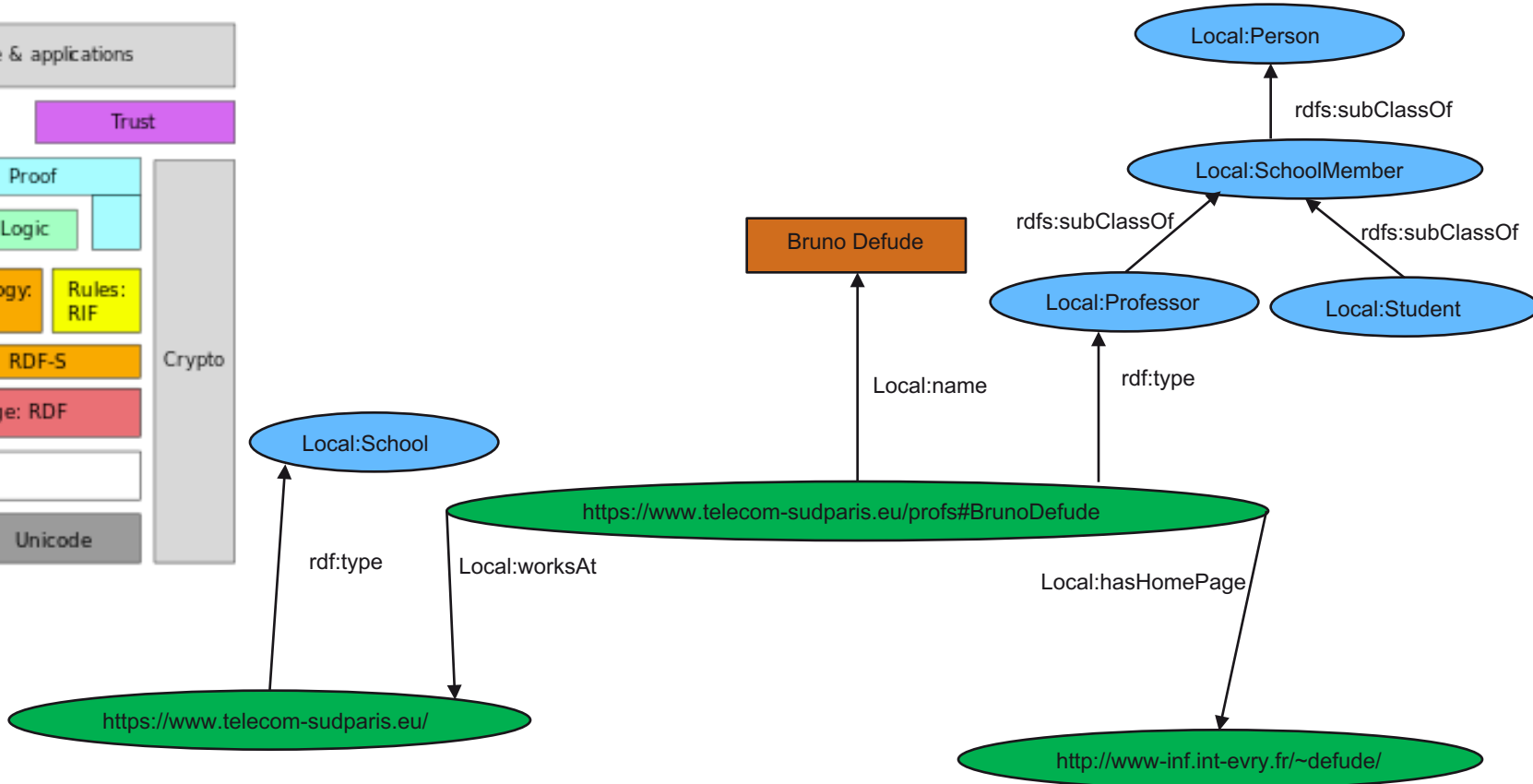
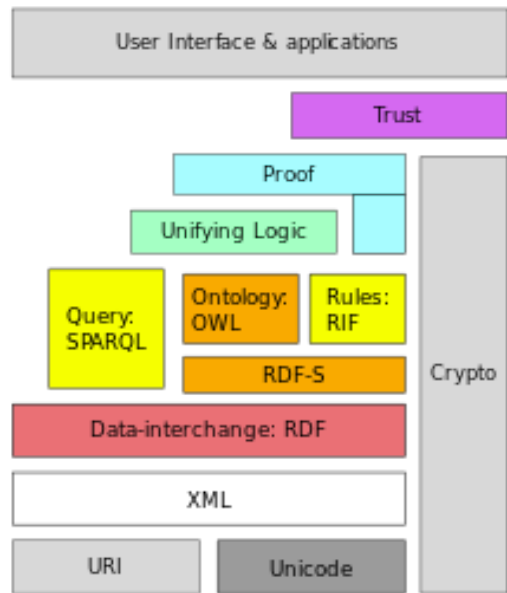
Tim Berners-Lee, 2008

# RDF example

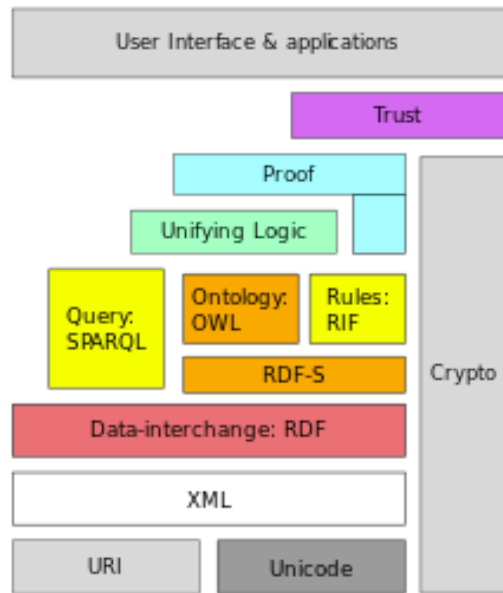


Local: `https://www.telecom-sudparis.eu/vocab#`

# RDF Schema example

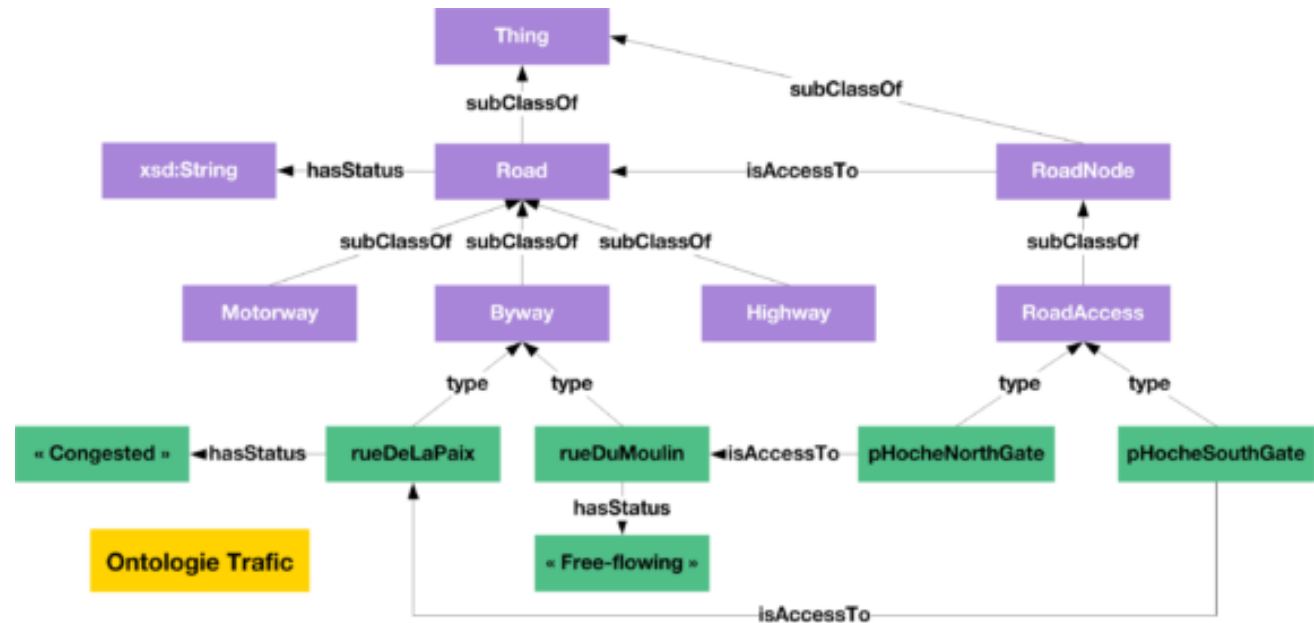
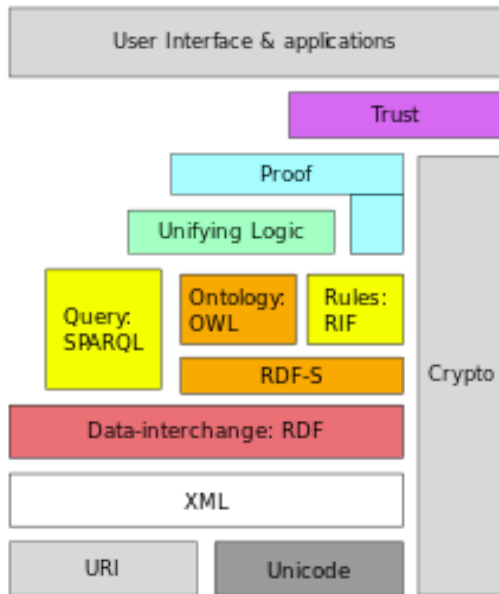


# Ontologies and OWL



- An ontology is a formal description of a domain knowledge
- List of terms and their relationships
- Defined terms denote concepts (or classes of the domain)
- Description Logic (DL) is used to represent the ontology
- OWL is a language that subscribes to DL

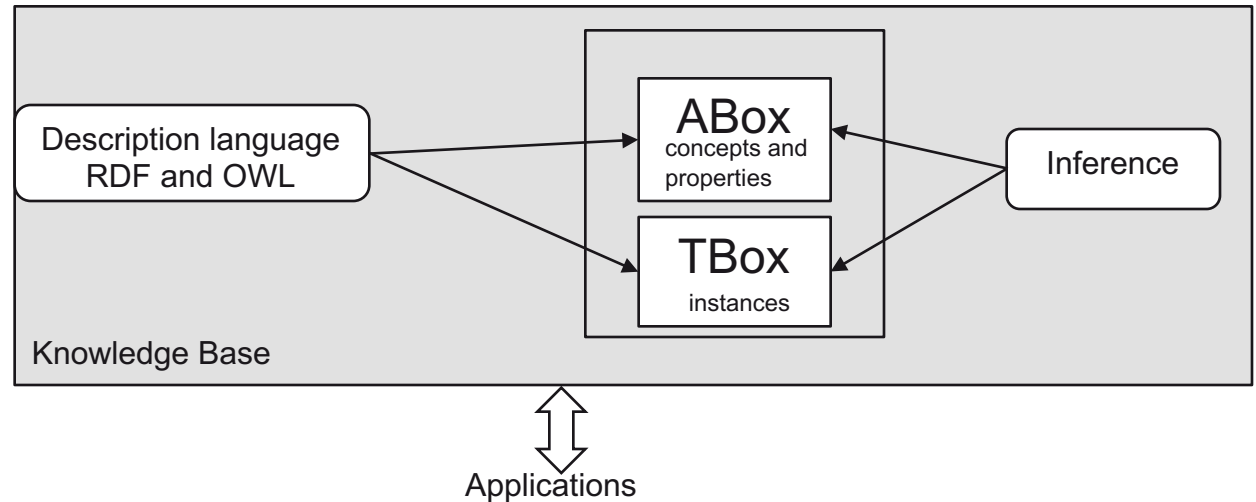
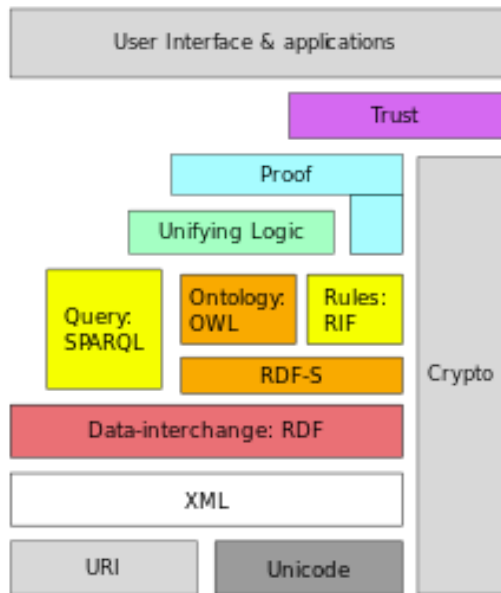
# Ontologies and OWL





# Ontologies and OWL

- Identification of disjoint classes
- Definition of classes by boolean combination
- ...



# SPARQL

## ■ RDF Database

@prefix foaf: <http://xmlns/foaf/0.1/>.

:p1 foaf:name " Bruno Defude " ;

foaf:mbox <mailto: [Bruno.Defude@telecom-sudparis.eu](mailto: Bruno.Defude@telecom-sudparis.eu)>;

foaf:knows :p2.

:p2 foaf:name " Bernadette Dorizzi " ;

foaf:mbox <mailto: [Bernadette.Dorizzi@telecom-sudparis.eu](mailto: Bernadette.Dorizzi@telecom-sudparis.eu)>;

foaf:knows :p1.

## ■ SPARQL queries

```
PREFIX foaf: http://xmlns/foaf/0.1/
SELECT ?mbox
WHERE {?x foaf:name " Bruno Defude " ;
      foaf:mbox ?mbox.}
```

```
PREFIX foaf: http://xmlns/foaf/0.1/
SELECT ?n1 ?n2
WHERE {?x foaf:knows ?y;
      foaf:name ?n1.
      ?y foaf:name ?n2}
```

User Interface & applications

Trust

Proof

Unifying Logic

Query:  
SPARQL

Ontology:  
OWL

Rules:  
RIF

RDF-S

Crypto

Data-interchange: RDF

XML

URI

Unicode

# What do we do with these Tools?

## ■ Information retrieval

- indexing, description of Information / Resources
- search by "associating" queries and descriptions

## ■ Description of the information as follows :

**Subject Predicate Object**

## ■ Reasoning

# More complex queries

## ■ Members of Groups My Friends are in?

- ?Myfriends facebook:members ?Groups.
- ?Groups facebook:type facebook:Groups.
- ?Myfriends facebook:friends\_of « Me ».

## ■ Which Schools did the Children of Republican Us Presidents?

- US President are Presidents
- US Presidents Belong to a Party
- Republican Party is a Party
- US Presidents have Children
- Children studies in Schools

# Intelligence of the Web

## ■ Why?

- To offer new services to companies and the general public

## ■ How?

- By automatically reusing the result of an information search.
  - Propose guided tours, offer assistance for traveling by train or plane, according to your needs and/or preferences, etc.
  - Search for companies with the required skills for subcontracting
  - Etc.

## ■ French Companies: Mondéca, Semsoft, Predicxis, EDF, etc.

■ Connected vehicles: <https://www.youtube.com/watch?v=uoZHPZ1CXkk>

■ Google glass: <https://www.youtube.com/watch?v=JSnB06um5r4>

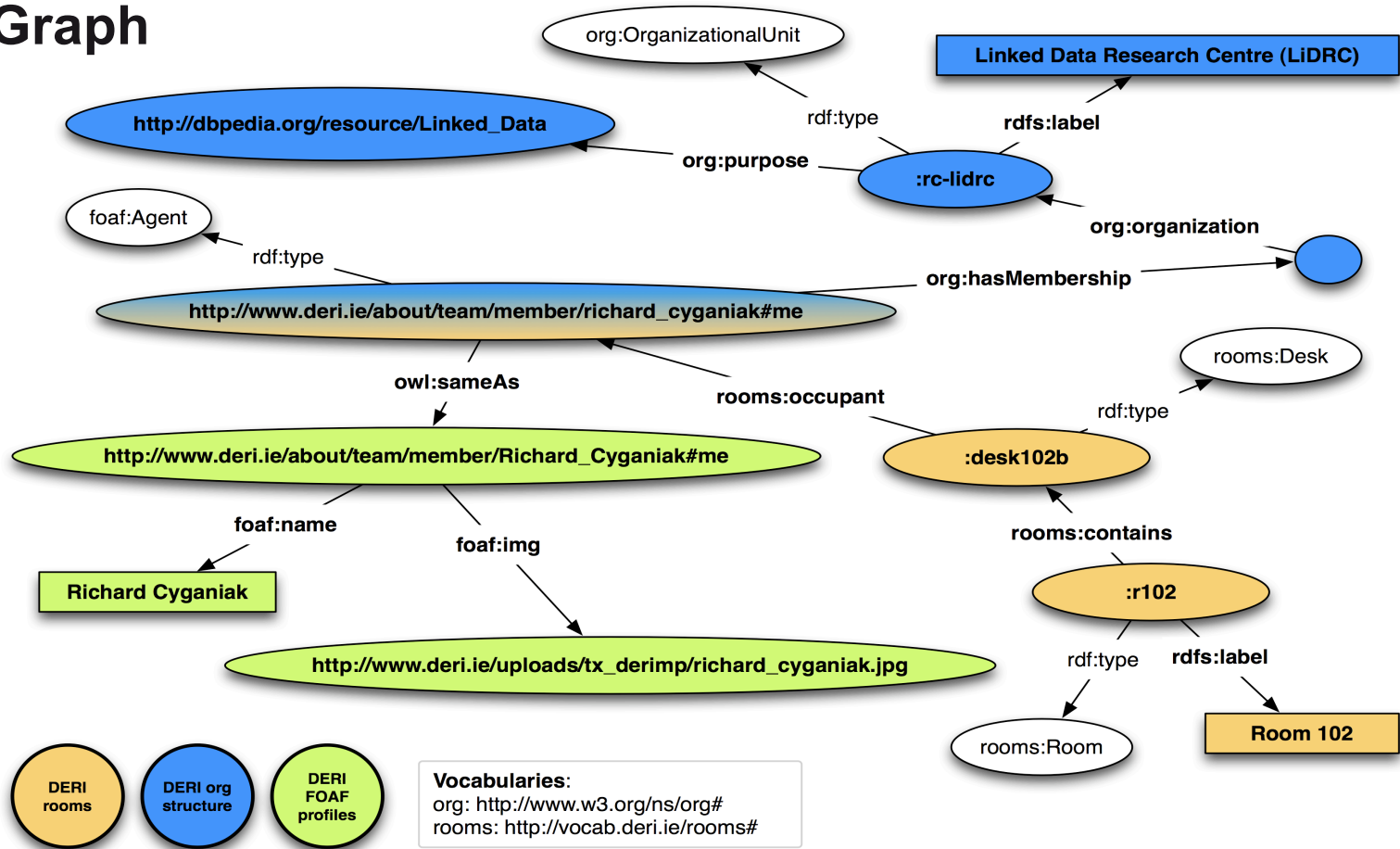
■ Connected Objects : <https://www.youtube.com/watch?v=i5AuzQXBsG4>

# Intelligence of the Web

- From a more " CS" point of view :
  - Semantic Web, Linked Data
  - Ontologies, Knowledge Representation
  - Logic and reasoning
  - Algorithms and graph theory, Big Data, data processing and analysis,

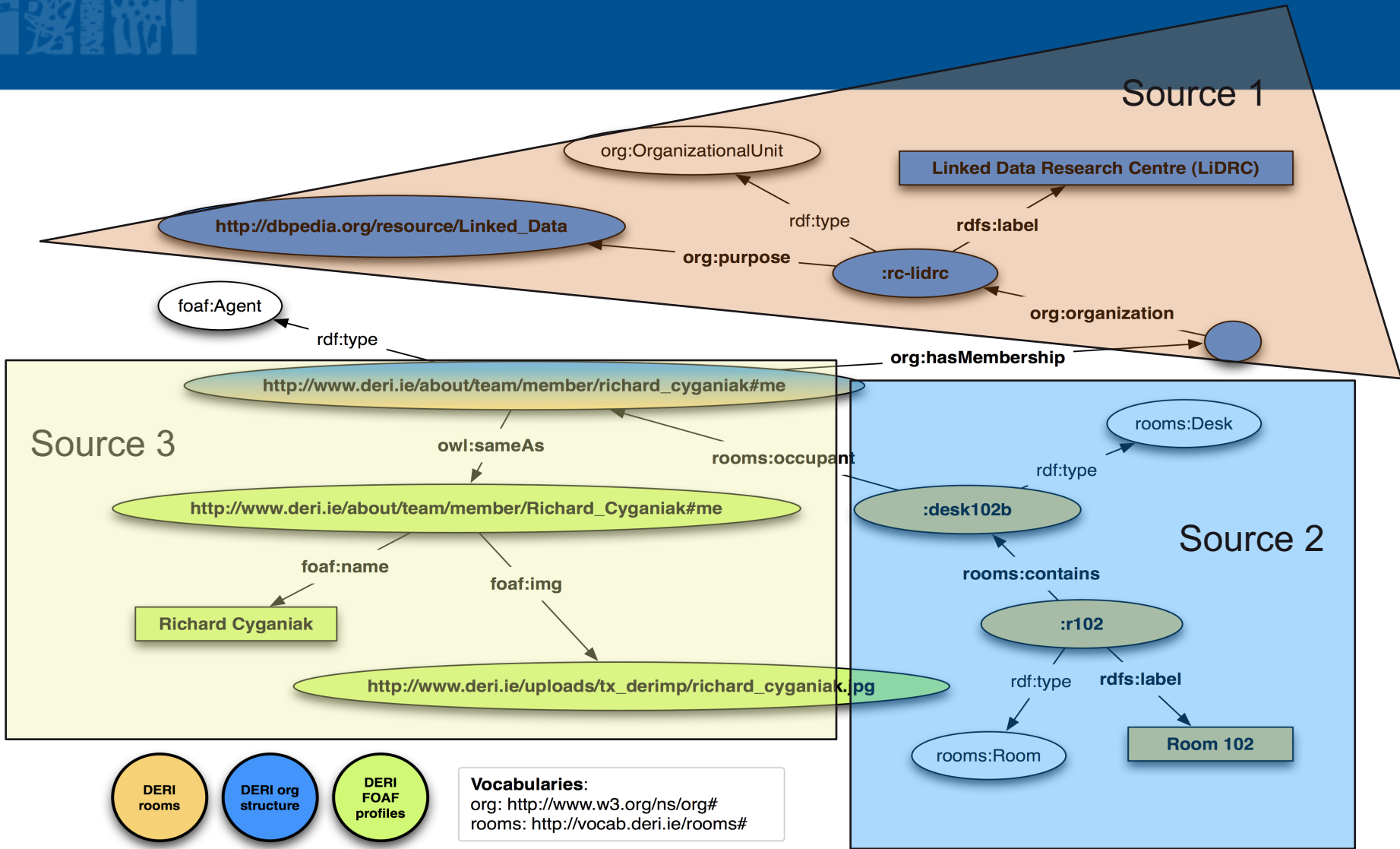
# Semantic Web & Linked Data

## RDF Graph



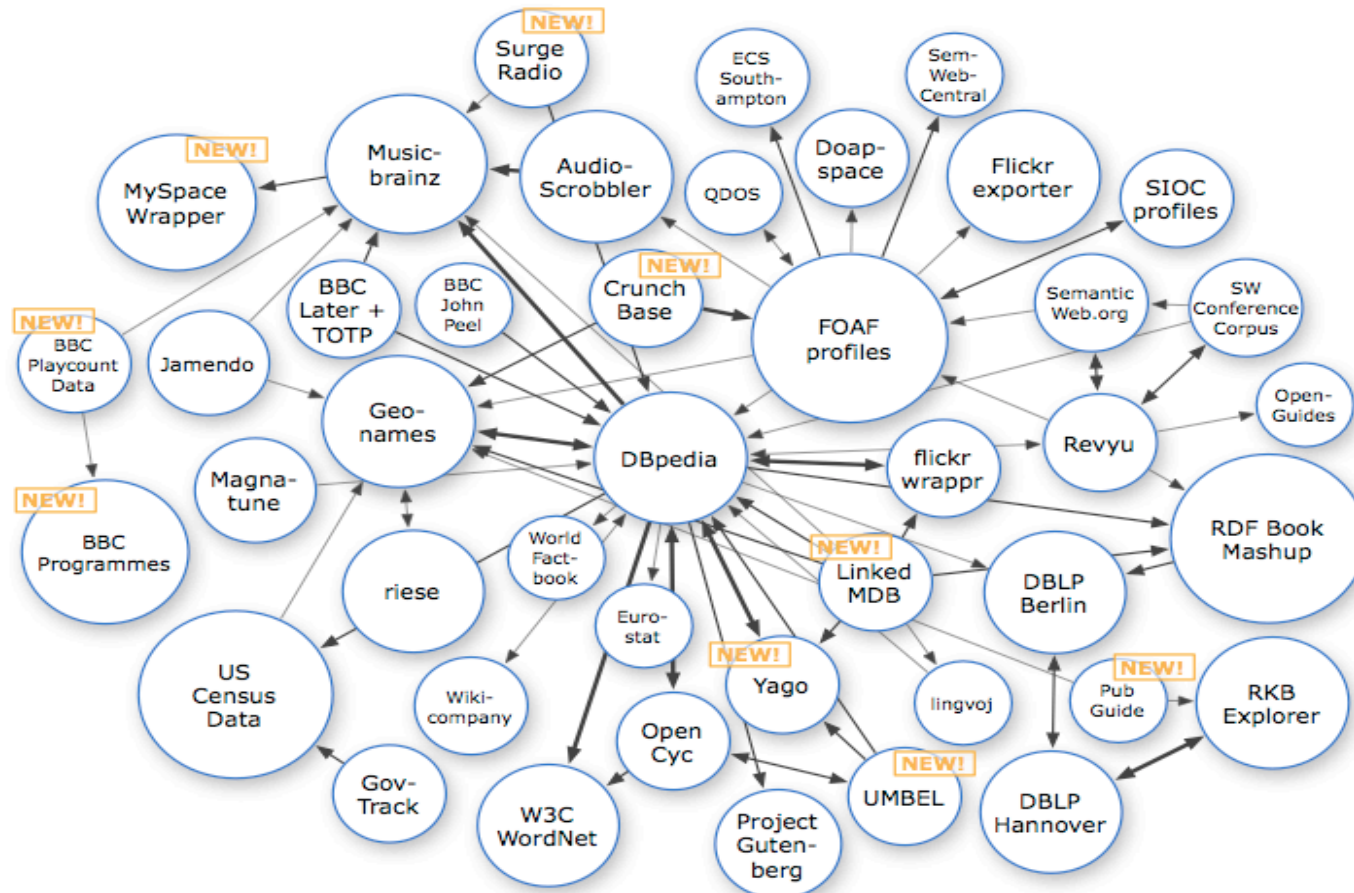
<http://webofdata.wordpress.com/2010/09/27/linked-enterprise-data-in-a-nutshell/>

# Semantic Web & Linked Data





# Semantic Web & Linked Data

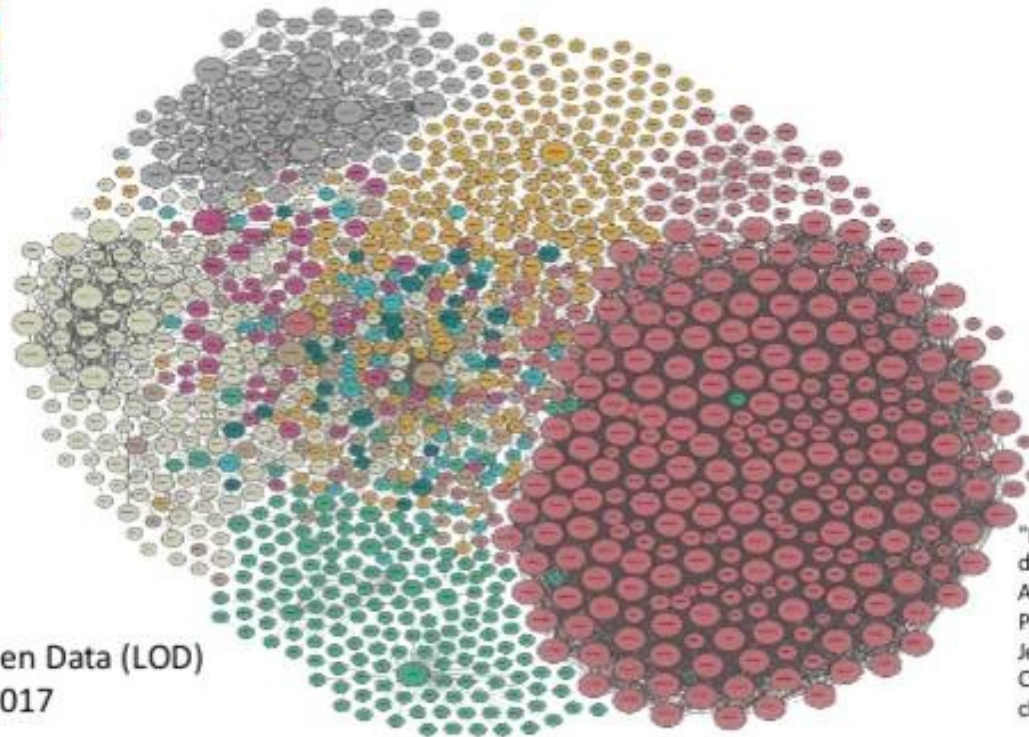


As of September 2008





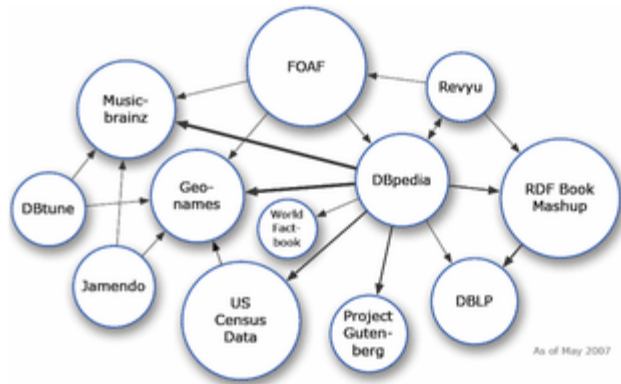
# Semantic Web & Linked Data



Linked Open Data (LOD)  
Cloud in 2017

"Linking Open Data cloud  
diagram 2017, by Andrejs  
Abele, John P. McCrae,  
Paul Buitelaar, Anja  
Jentzsch and Richard  
Cyaniak. [http://lod-  
cloud.net/](http://lod-cloud.net/)"

# Semantic Web & Linked Data



2007



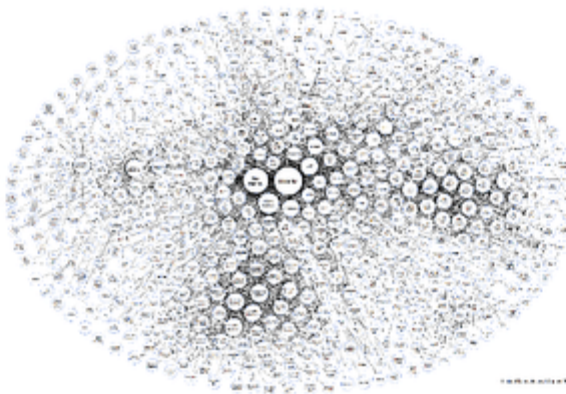
2008



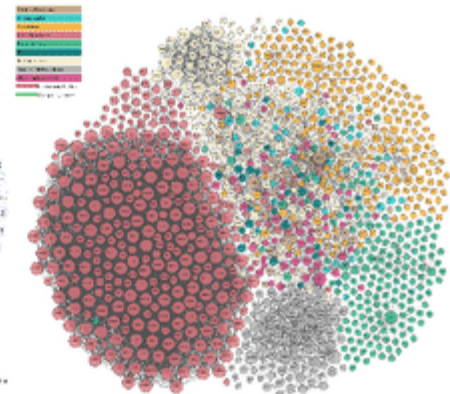
2009



2011



2014



2017

# Linked Data = ? = Big Data

## ■ A particular type of Big Data

- [DBpedia](#): Linked Data version of Wikipedia : more than **103 million RDF triples**.
- The [Bio2RDF project](#), a Semantic web atlas of post-genomic knowledge about human and mouse, has published 27 biology-, gene- and medical-related data sets : altogether **2.3 billion triples**
- [data.gov](#) official website of the US government making over 1000 US government datasets available as Linked Data (around **6.4 billion triples**).
- [GovTrack.us](#) from Joshua Tauberer publishes linked data about members of the U.S. Congress, as well as bills, committees and votes. **12M triples**
- [PDB2RDF Projekt](#) making the [Protein Data Bank](#) available as Linked Data and via a SPARQL endpoint (approximately **14 billion triples**).
- [RDF Book Mashup](#): Provides bibliographic information, reviews and sales offers for most books that have a ISBN number. Maps data from Amazon and Google base to RDF. Size of the data set: Unknown, **billions of triples**
- **Etc.**

# Linked Data for the Big Data

## ■ Unique Semantic of entities

## ■ Linked Data

- « A New architectural platform for interconnecting, mapping, indexing, feeding real-time information from a variety of sources »

## ■ Tim Berners Lee

- Web = « Global Giant Graph »
  - As a single global database
  - Complex queries from multiple sources

## ■ Deduction of new relationships which can be used later for further analyses

## ■ Standards

- SPARQL 1.1, OWL, RDF, RDFS, ...

## ■ Scalability

Let's move on to practical work !