Ontologies et Web Sémantique

Les Ontologies – Formalisation et Exploitation

Plan du cours

1. Construction d'ontologies
2. Langages de formalisation et de représentation d'ontologies
3. Langages de développement d'ontologies
4. Quelques outils
5. OWL – Ontology Web Language

Cycle de vie d'une ontologie

- Les ontologies sont destinées à être utilisées comme des composants logiciels dans des systèmes répondant à des objectifs opérationnels différents.

- Leur développement doit s'appuyer sur les mêmes principes que ceux appliqués en génie logiciel.

[Dieng et al., 2001)]

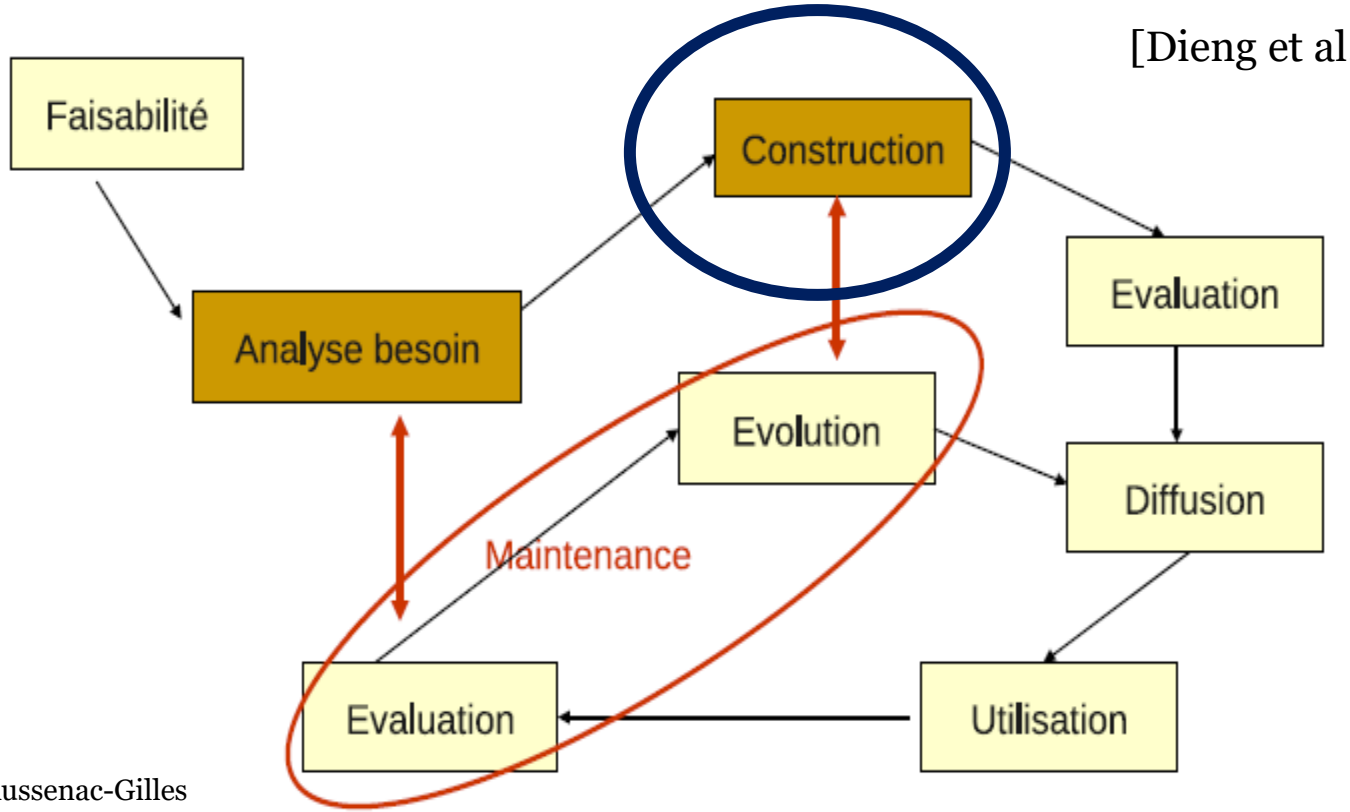


Figure: source : N. Aussenac-Gilles

Cycle de vie d'une ontologie

- Construction d'une ontologie : 3 phases

  - La conceptualisation: La conceptualisation d'un domaine nécessite l'identification de ses connaissances et le choix des entités à modéliser ainsi que leur organisation en une ontologie.

  - L'ontologisation: formalisation, autant que possible, du modèle conceptuel obtenu à l'étape précédente.

  - L'opérationnalisation: transcription de l'ontologie dans un langage formel et opérationnel de représentation de connaissances.

  ✓ L'étape d'ontologisation peut être complétée d'une étape *d'intégration* au cours de laquelle une ou plusieurs ontologies vont être importées dans l'ontologie à construire.

Langages de formalisation d'ontologies

- Langages de représentation de connaissances. Syntaxe et sémantique.

- Les travaux en Représentation des Connaissances ont donné naissance à plusieurs formalismes.

- Trois grandes familles :
  - Les Logiques de Description (DL)
  - Langage de Frames et les réseaux sémantiques
  - Les graphes Conceptuels (CG)

Langages de formalisation d'ontologies

- Langages de représentation de connaissances. Syntaxe et sémantique.
- Les travaux en Représentation des Connaissances ont donné naissance à plusieurs formalismes.
- Trois grandes familles :
  - Langage de Frames et les réseaux sémantiques :

- Introduit par Minski.
- Un frame représente soit une classe (class frame) ou un objet (instance frame).
- Peut être vu comme un réseau de nœuds et relations.
- Un frame contient des attributs (appelés slots) pour décrire les propriétés des objets.
- Les valeurs des slots peuvent être spécifiées ou calculées.

Langages de formalisation d'ontologies

- Langages de représentation de connaissances. Syntaxe et sémantique.
- Les travaux en Représentation des Connaissances ont donné naissance à plusieurs formalismes.
- Trois grandes familles :
  - Les Logiques de Description (DL) :
- Donnent une sémantique solide aux langages de frame.
- Représentent les connaissances relatives à un domaine de référence à l'aide de "descriptions" qui peuvent être des concepts (classes), des rôles (relations) et des individus (objets).

$$
\begin{aligned}
\text{Woman} &\equiv \text{Person} \sqcap \text{Female} \\
\text{Man} &\equiv \text{Person} \sqcap \neg\text{Woman} \\
\text{Mother} &\equiv \text{Woman} \sqcap \exists\text{hasChild.Person} \\
\text{Father} &\equiv \text{Man} \sqcap \exists\text{hasChild.Person} \\
\text{Parent} &\equiv \text{Father} \sqcup \text{Mother} \\
\text{Grandmother} &\equiv \text{Mother} \sqcap \exists\text{hasChild.Parent}
\end{aligned}
$$

Langages de formalisation d'ontologies

- Langages de représentation de connaissances. Syntaxe et sémantique.
- Les travaux en Représentation des Connaissances ont donné naissance à plusieurs formalismes.
- Trois grandes familles :
  - Les graphes Conceptuels (CG) :
- Notation graphique pour la logique.

« le chat est sur le tapis »

Forme graphique (Display Form – DF) :

2 concepts : chat et tapis et 1 relation : sur

Forme linéaire (Linear Form – LF) :

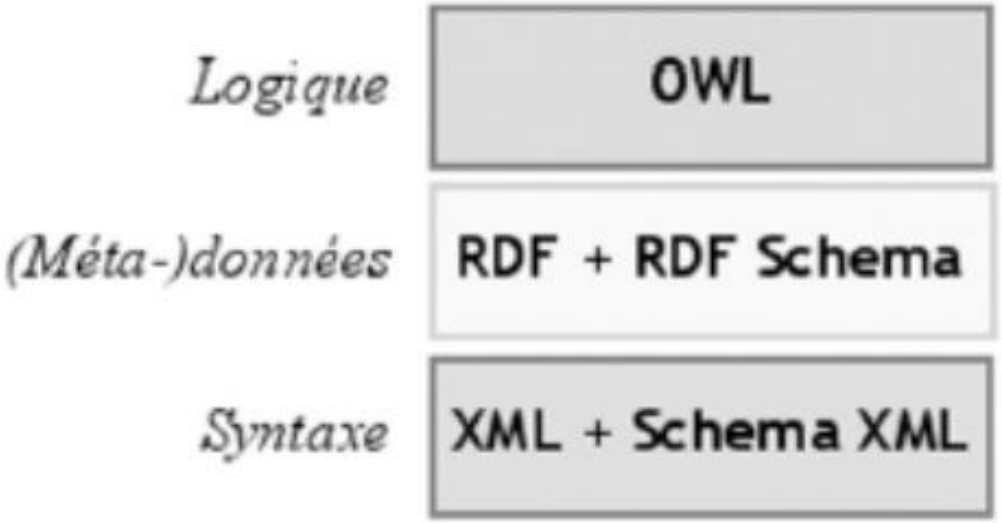
```
[chat]->(sur)->[tapis]
```

Langages de développement d'ontologies

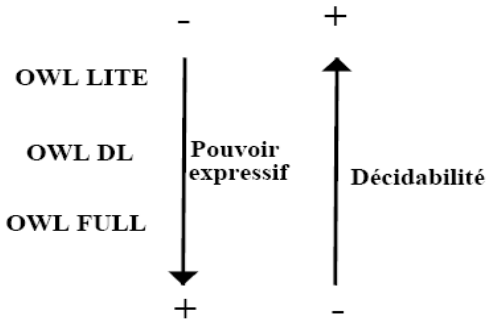
- Description. Développement. Exploitation. Définition. Etc.
- **OWL** (Ontology Web Language), est un langage de description et de développement d'ontologies conçu pour la publication et le partage d'ontologies sur le Web sémantique.
- OWL : Fusion entre OIL (Ontology Inference Layer) et DAML (DARPA Agent Markup).
- Conçu pour ajouter plus de sémantique et d'expressivité à RDF et RDFS ainsi que des mécanismes d'inférence.
- OWL intègre des outils de comparaison des propriétés et des classes : identité, équivalence, contraire, cardinalité, symétrie, transitivité, etc.
- Basé XML. Fondé sur la syntaxe RDF.
- Document OWL. Extension .owl ou .rdf. Namespace : *http://www.w3.org/2002/07/owl#*.

Langages de développement d'ontologies

- Description. Développement. Exploitation. Définition. Etc.
- **OWL** (Ontology Web Language), est un langage de description et de développement d'ontologies conçu pour la publication et le partage d'ontologies sur le Web sémantique.



OWL – Ontology Web Language



- **Différentes déclinaisons/profils de OWL :**

1. OWL Lite :
   - Destiné aux utilisateurs qui ont besoin d'une hiérarchie de concepts simple.
   - Utile aux applications qui ont besoin des hiérarchies de classifications et des caractéristiques de contraintes simples.

2. OWL DL :
   - Fondé sur la logique descriptive.
   - Utile aux applications qui demandent un maximum d'expressivité tout en garantissant la complétude et la décidabilité.
   - Contient tous les constructeurs de OWL mais avec des restrictions.

3. OWL FULL :
   - Permet le plus haut niveau d'expressivité.
   - Destiné aux applications où il est plus important d'avoir un haut niveau de capacité de description, sans garantir la complétude et la décidabilité des calculs liés à l'ontologie.

OWL – Ontology Web Language

➢ **Structure d'une ontologie OWL**

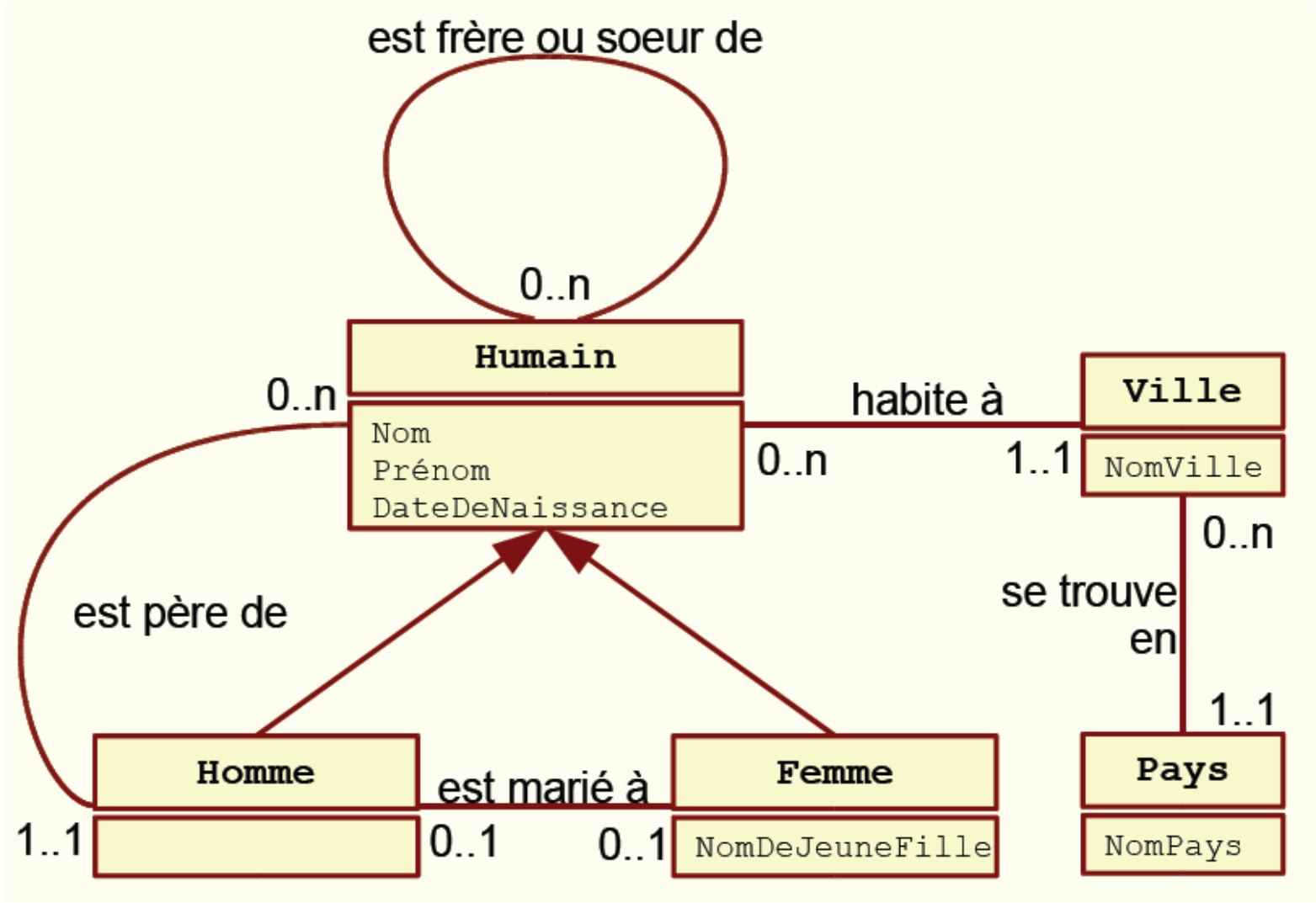
- OWL est ouvert.
- Possibilité d'étendre des ontologies existantes .
- Employer diverses ontologies existantes pour compléter la définition d'une nouvelle ontologie.
- Tout document OWL est une ontologie :
  - ✓ qui peut avoir un identificateur unique représenté par une URI
  - ✓ qui contient :
    - des faits qui sont des descriptions d'individus
    - des axiomes qui fournissent les descriptions de concepts

➢ Structure d'une ontologie OWL

Différentes syntaxes de **OWL** : Il y a différentes syntaxes pour stocker, partager, éditer des ontologies OWL :

- La syntaxe d'échange RDF/XML officiellement recommandée, et que tout outil compatible OWL doit prendre en charge.
- Des syntaxes standard que tous les outils OWL prennent en charge.
- Des syntaxes spécialement conçues pour des applications et buts particuliers.
- Quelle que soit la syntaxe utilisée, le langage OWL n'est pas défini à l'aide d'une **syntaxe** concrète particulière, mais est défini par une spécification structurelle **abstraite** de haut niveau, qui est ensuite traduite dans diverses syntaxes **concrètes** :
  - ✓ Fonctionnelle, **RDF/XML**, Turtle, OWL/XML, Manchester.

- **Structure d'une ontologie OWL - Exemple**



- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

1. Espaces de nommage : indiquer de quels vocabulaires les termes de l'ontologie proviennent.

```
<rdf:RDF
        xmlns = "http://domain.tld/path/humanite#"
        xmlns:humanite= "http://domain.tld/path/humanite#"
        xml:base = "http://domain.tld/path/humanite"
        xmlns:vivant = "http://otherdomain.tld/otherpath/vivant#"
        xmlns:owl = "http://www.w3.org/2002/07/owl#"
        xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
        xmlns:rdfs = "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
        xmlns:xsd = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">
    ...
</rdf:RDF>
```

➢ Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML

1. Espaces de nommage : Abréviation

```
<!DOCTYPE rdf:RDF [
    <!ENTITY humanite "http://domain.tld/path/humanite#" >
    <!ENTITY vivant "http://otherdomain.tld/otherpath/vivant#" >
]>
```

```
<rdf:RDF
        xmlns = "&humanite;"
        xmlns:humanite= "&humanite;"
        xml:base = "&humanite;"
        xmlns:vivant = "&vivant;"
        xmlns:owl = "http://www.w3.org/2002/07/owl#"
        xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
        xmlns:rdfs = "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
        xmlns:xsd = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">

    ...

</rdf:RDF>
```

OWL - Ontology Web Language

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

2. Entêtes d'une ontologie : décrit le contenu de l'ontologie

```
<owl:Ontology rdf:about="">
  <rdfs:comment>Ontologie décrivant l'humanité</rdfs:comment>
  <owl:imports
      rdf:resource="http://otherdomain.tld/otherpath/vivant"/>
  <rdfs:label>Ontologie sur l'humanité</rdfs:label>
</owl:Ontology>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Il existe dans toute ontologie OWL une superclasse, nommée Thing, dont toutes les autres classes sont des sous-classes. owl:Thing

- Description de classe : type 1

```
<owl:Class rdf:ID="Humain" />
<owl:Class rdf:ID="Femme" />
<owl:Class rdf:ID="Homme" />
<owl:Class rdf:ID="Ville" />
<owl:Class rdf:ID="Pays" />
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe par énumération des individus d'une classe : Définir une classe en énumérant tous ses membres.

```
<owl:Class rdf:ID="Ville">
        <owl:oneOf rdf:parseType="Collection">
                <owl:Thing rdf:about="#Alger" />
                <owl:Thing rdf:about="#Oran" />
                <owl:Thing rdf:about="#Annaba" />
        </owl:oneOf>
</owl:Class>
```

Relative ID

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe par restriction de propriété

- Une restriction de propriété est un type particulier de description de classe.
- Elle décrit une classe anonyme, c'est-à-dire la classe de tous les individus satisfaisant à la restriction.
- Le langage OWL distingue deux types de restrictions de propriété : celles contraignant sa valeur et celles contraignant sa cardinalité.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Restrictions : contrainte de valeur et contrainte de cardinalité.

- Une contrainte de cardinalité porte sur le nombre de valeurs que peut prendre une propriété. *cardinality*, *minCardinality*, *maxCardinality*.

```
<owl:Class rdf:ID="Humain">
  <rdfs:subClassOf>
     <owl:Restriction>
         <owl:onProperty rdf:resource="#aPourPere"/>
         <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">
                  1
         </owl:cardinality>
     </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Restrictions : contrainte de valeur et contrainte de cardinalité.

- Une contrainte de valeur s'exerce sur la valeur d'une certaine propriété de l'individu. *hasValue*, *allValuesFrom*, *someValuesFrom*.

```
<owl:Class rdf:ID="Homme">
        <rdfs:subClassOf>
           <owl:Restriction>
                <owl:onProperty rdf:resource="#genre" />
                 <owl:hasValue rdf:resource="#Masculin" />
           </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Restrictions : contrainte de valeur et contrainte de cardinalité.

- Une contrainte de valeur s'exerce sur la valeur d'une certaine propriété de l'individu.

```
<owl:Class rdf:ID="Ville">
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty rdf:resource="#seTrouveA" />
                <owl:allValuesFrom rdf:resource="#Pays" />
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

Pour toutes les villes, si elles ont une localisation, toutes les localisations sont des Pays.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Restrictions : contrainte de valeur et contrainte de cardinalité.

- Une contrainte de valeur s'exerce sur la valeur d'une certaine propriété de l'individu.

```
<owl:Class rdf:ID="Ville">
        <rdfs:subClassOf>
            <owl:Restriction>
                 <owl:onProperty rdf:resource="#seTrouveA" />
                  <owl:someValuesFrom rdf:resource="#Pays" />
            </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

Pour toutes les villes, si elles ont une localisation, elles ont au moins une localisations de type Pays.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

```
<owl:Class rdf:ID="AlgiersThings">
        <rdfs:subClassOf>
           <owl:Restriction>
                <owl:onProperty rdf:resource="#seTrouveA" />
               <owl:someValuesFrom rdf:resource="#Alger" />
           </owl:Restriction>
        </rdsf:subClassOf>
</owl:Class>
```

```
<owl:Class rdf:ID="AlgiersThings">
        <owl:equivalentClass>
           <owl:Restriction>
                <owl:onProperty rdf:resource="#seTrouveA" />
               <owl:someValuesFrom rdf:resource="#Alger" />
           </owl:Restriction>
        </owl:equivalentClass>
</owl:Class>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- La différence entre ces deux écritures :
  - `rdfs:subClassOf` :
    - Les ressources qui se trouvent à Alger ne sont pas nécessairement des AlgiersThings.
    - Exprime une condition nécessaire.
  - `owl:equivalentClass` :
    - Si une ressources se trouve à Alger, alors elle doit être dans la classe AlgiersThings.
    - Exprime une condition nécessaire et suffisante.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Axiomes - Héritage

```
<owl:Class rdf:ID="Humain">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vivant;#EtreVivant" />
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Homme">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Humain" />
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Femme">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Humain" />
</owl:Class>
```

Le sujet d'une déclaration **`rdfs:subClassOf`** doit être un ID de classe, et l'objet doit être un ID de classe ou bien une restriction de propriété.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Axiomes - Equivalence : la classe équivalente a exactement la même extension (individus).

```
<owl:Class rdf:ID="Humain">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vivant;#EtreVivant" />
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Homme">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Humain" />
        <owl:equivalentClass rdf:resource="&vivant;#Male" />
</owl:Class>
```

Le sujet d'une déclaration `owl:equivalentClass` doit être un ID de classe, et l'objet doit être un ID de classe ou bien une restriction de propriété.

OWL - Ontology Web Language

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Axiomes - Disjonction: deux classes disjointes n'ont aucun membre commun dans leurs extensions.

```
<owl:Class rdf:ID="Humain">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="&vivant;#EtreVivant" />
</owl:Class>

<owl:Class rdf:ID="Homme">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Humain" />
        <owl:disjointWith rdf:resource="#Femme" />
</owl:Class>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Intersection (Opérateur ET)

```
<owl:Class rdf:ID="AfricanCapital">
        <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                <owl:Class rdf:about="#AfricanCity" />
                <owl:Class rdf:about="#Capital" />
        </owl:intersectionOf>
</owl:Class>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Intersection (Opérateur ET)

```
<owl:Class rdf:ID="AfricanCity">
        <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                <owl:Class rdf:about="#Ville" />
                <owl:Restriction>
                    <owl:onProperty rdf:resource="#locatedIn" />
                    <owl:hasValue rdf:resource="#Afrique" />
                </owl:Restriction>
        </owl:intersectionOf>
</owl:Class>
```

Si une owl:Thing est une Ville et se trouve en Afrique alors cette dernière est une instance de AfricanCity.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Union (Opérateur OU)

```
<owl:Class rdf:ID="Humain">
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
                <owl:Class rdf:about="#Femme" />
                <owl:Class rdf:about="#Homme" />
        </owl:unionOf>
</owl:Class>
```

La classe Humain inclut les individus des classes Femme **et** Homme.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Complément (Opérateur NON)

```
<owl:Class rdf:ID="NonHumain">
        <owl:complementOf rdf:resource="#Humain" />
</owl:Class>
```

La classe NonHumain inclut tous les individus du discours qui ne sont pas Humain.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

3. Corps d'une ontologie : Les Concepts / Classes

- Description de classe : Complément

```
<owl:Class rdf:ID="NonAfricanCity">
        <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
                <owl:Class rdf:about="#Ville"/>
                <owl:Class>
                  <owl:complementOf>
                    <owl:Restriction>
                      <owl:onProperty rdf:resource="#locatedIn" />
                      <owl:hasValue rdf:resource="#Africa" />
                    </owl:Restriction>
                  </owl:complementOf>
                </owl:Class>
        </owl:intersectionOf>
</owl:Class>
```

NonAfricanCity inclut toutes les villes qui ne se trouvent pas en Africa.

OWL - Ontology Web Language

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

4. Corps d'une ontologie : Les Propriétés

- Deux types :

- Les propriétés d'objet – owl:ObjectProperty : relier des instances à d'autres instances.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="habite">
        <rdfs:domain rdf:resource="#Humain" />
        <rdfs:range rdf:resource="#Pays" />
</owl:ObjectProperty>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

4. Corps d'une ontologie : Les Propriétés

- Deux types :

- Les propriétés d'objet – owl:ObjectProperty : relier des instances à d'autres instances.

- Les propriétés de type de donnée – owl:DatatypeProperty : relier des individus à des valeurs (RDF literals et XML Schema datatypes).

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="age">
        <rdfs:domain rdf:resource="#Humain" />
        <rdfs:range rdf:resource="&xsd;positiveInteger"/>
</owl:DatatypeProperty>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

4. Corps d'une ontologie : Les Propriétés

- Héritage :

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="estDeLaFamilleDe">
        <rdfs:domain rdf:resource="#Humain" />
        <rdfs:range rdf:resource="#Humain" />
</owl:ObjectProperty>

<owl:ObjectProperty rdf:ID="aPourFrere">
     <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#estDeLaFamilleDe" />
     <rdfs:range rdf:resource="#Humain" />
...
</owl:ObjectProperty>
```

➔ toute entité ayant une propriété *aPourFrere* d'une certaine valeur a aussi une propriété *estDeLaFamilleDe* de même valeur.

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

4. Corps d'une ontologie : Les Propriétés

- Toutes les classes ont une propriété *locatedIn* vers Region :

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="locatedIn">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.w3.og/2002/07/owl#Thing"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Region" />
</owl:ObjectProperty>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

4. Corps d'une ontologie : Les Propriétés

- Caractéristiques : transitivité (&owl;TransitiveProperty), la symétrie (&owl;SymmetricProperty), l'inverse (&owl;inverseOf), etc.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="estMarieA">
        <rdf:type rdf:resource="&owl;SymmetricProperty" />
        <rdfs:domain rdf:resource="#Humain" />
        <rdfs:range rdf:resource="#Humain" />
</owl:ObjectProperty>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

4. Corps d'une ontologie : Les Propriétés

- Caractéristiques : transitivité (&owl;TransitiveProperty), la symétrie (&owl;SymmetricProperty), l'inverse (&owl;inverseOf), etc.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="aPourEnfant">
        <owl:inverseOf rdf:resource="#aPourParent" />
        <rdfs:domain rdf:resource="#Humain" />
        <rdfs:range rdf:resource="#Humain" />
</owl:ObjectProperty>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

4. Corps d'une ontologie : Les Propriétés

- Caractéristiques : transitivité (&owl;TransitiveProperty), la symétrie (&owl;SymmetricProperty), l'inverse (&owl;inverseOf), etc.

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="aPourFemme">
        <rdf:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty" />
        <rdfs:domain rdf:resource="#Homme" />
        <rdfs:range rdf:resource="#Femme" />
</owl:ObjectProperty>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

5. Corps d'une ontologie : Les Individus

```
<Homme rdf:ID="Stiegler">
        <nom>Stiegler</nom>
        <prenom>Bernard</prenom>
        <dateDeNaissance rdf:datatype="&xsd;date">
              1952-04-01
       </dateDeNaissance>
        <aUnLienDeFraternite rdf:resource="#XXXX" />
        <aPourPere rdf:resource="#YYYY" />
        <habiteA rdf:resource="#Paris" />
</Homme>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

5. Corps d'une ontologie : Les Individus

- rdf:type est la propriété RDF qui lie un individu à une classe dont il est membre.

- Ces deux écritures sont équivalentes :

```
<Homme rdf:ID="Stiegler" />
```

```
<owl:Thing rdf:about="#Stiegler">
        <rdf:type rdf:resource="#Homme"/>
</owl:Thing>
```

OWL - Ontology Web Language

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

5. Corps d'une ontologie : Les Individus

- Indiquer que deux individus sont identiques :

```
<Ville rdf:ID="Alger" />

<Ville rdf:ID="ElBahdja">
        <owl:sameAs rdf:resource="#Alger"/>
</Ville>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

5. Corps d'une ontologie : Les Individus

- Indiquer que deux individus sont différents :

```
<Couleur rdf:ID="Bleu" />

<Couleur rdf:ID="Rouge">
        <owl:differentFrom rdf:resource="#Bleu"/>
</Couleur>

<Couleur rdf:ID="Jaune">
        <owl:differentFrom rdf:resource="#Bleu"/>
        <owl:differentFrom rdf:resource="#Rouge"/>
</Couleur>
```

- **Structure d'une ontologie OWL – en syntaxe RDF/XML**

5. Corps d'une ontologie : Les Individus

- Indiquer que deux individus sont différents :

```
<owl:AllDifferent>
        <owl:distinctMembers rdf:parseType="Collection">
                <design:Couleur rdf:about="#Bleu" />
                < design:Couleur rdf:about="#Rouge" />
                < design:Couleur rdf:about="#Jaune" />
        </owl:distinctMembers>
</owl:AllDifferent>
```

OWL – Ontology Web Language

➢ Structure d'une ontologie OWL

OWL Lite

- RDF Schema Features:
  - *Class*
  - *rdf:Property*
  - *rdfs:subClassOf*
  - *rdfs:subPropertyOf*
  - *rdfs:domain*
  - *rdfs:range*
  - *Individual*
- (In)Equality:
  - *equivalentClass*
  - *equivalentProperty*
  - *sameAs*
  - *differentFrom*
  - *allDifferent*
- Property Characteristics:
  - *inverseOf*
  - *TransitiveProperty*
  - *SymmetricProperty*
  - *FunctionalProperty*
  - *InverseFunctionalProperty*
- Property Type Restrictions:
  - *allValuesFrom*
  - *someValuesFrom*
- Restricted Cardinality:
  - *minCardinality* (only 0 or 1)
  - *maxCardinality* (only 0 or 1)
  - *cardinality* (only 0 or 1)
- Header Information:
  - *ontology*
  - *imports*
- Class Intersection:
  - *intersectionOf*
- Versioning:
  - *versionInfo*
  - *priorVersion*
  - *backwardCompatibleWith*
  - *incompatibleWith*
  - *DeprecatedClass*
  - *DeprecatedProperty*
- Annotation Properties:
  - *rdfs:label*
  - *rdfs:comment*
  - *rdfs:seeAlso*
  - *rdfs:isDefinedBy*
- Datatypes
  - *DatatypeProperty*

Source : http://pagesperso.lina.univ-nantes.fr/~prie-y/ens/10-11/M2R-onto/owl-kn.pdf

➢ Structure d'une ontologie OWL

OWL DL and FULL

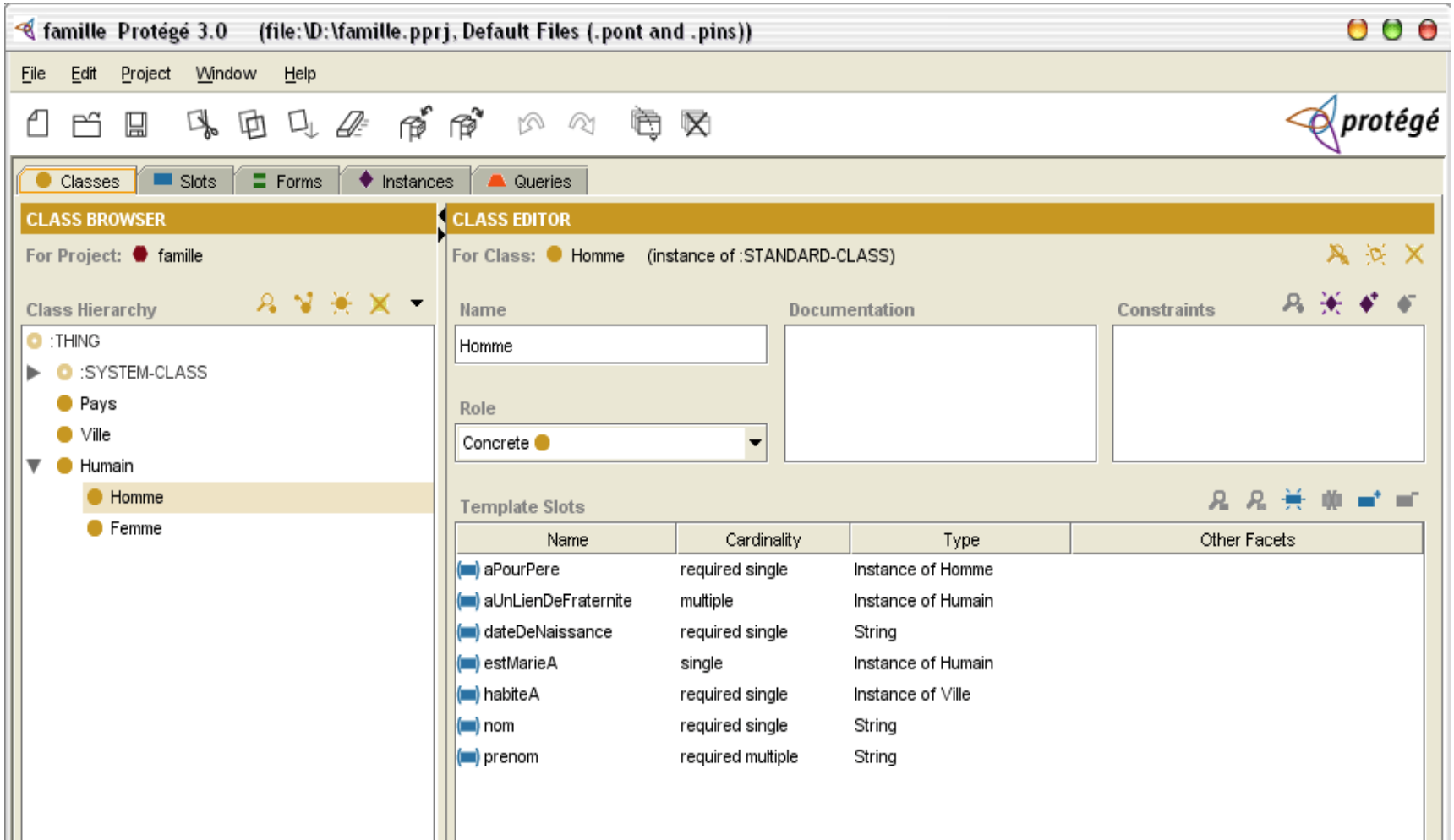
- Class Axioms:
  - *oneOf, dataRange*
  - *disjointWith*
  - *equivalentClass* (applied to class expressions)
  - *rdfs:subClassOf* (applied to class expressions)
- Boolean Combinations of Class Expressions:
  - *unionOf*
  - *intersectionOf*
  - *complementOf*
- Arbitrary Cardinality:
  - *minCardinality*
  - *maxCardinality*
  - *cardinality*
- Filler Information:
  - *hasValue*

Quelques restrictions pour OWL DL par rapport à OWL FULL

Source : http://pagesperso.lina.univ-nantes.fr/~prie-y/ens/10-11/M2R-onto/owl-kn.pdf

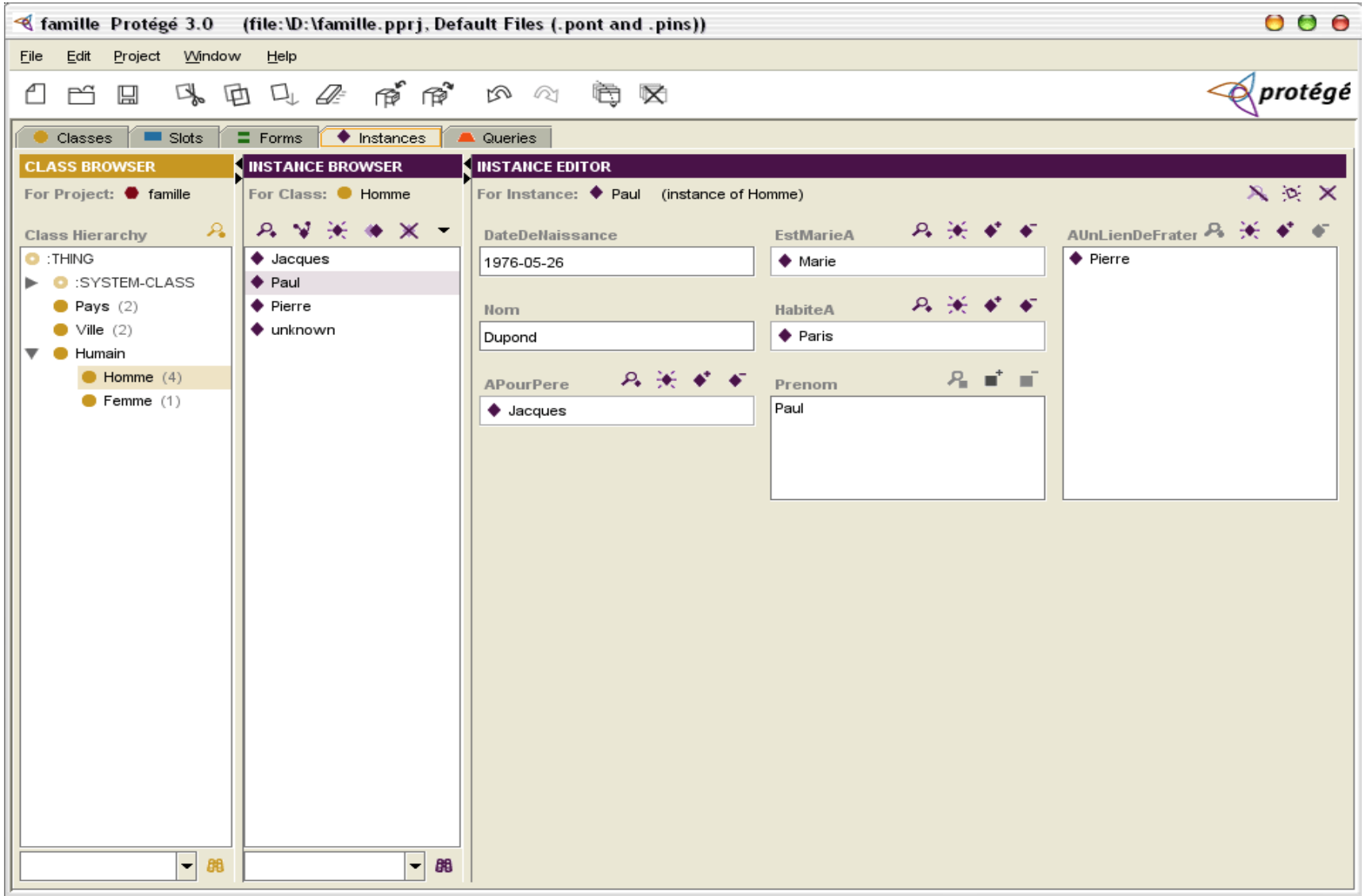
Quelques outils

Protégé: IDE - édition, visualisation, contrôle d'ontologie, l'extraction d'ontologies à partir de sources textuelles, et la fusion semi-automatique d'ontologies. https://protege.stanford.edu/



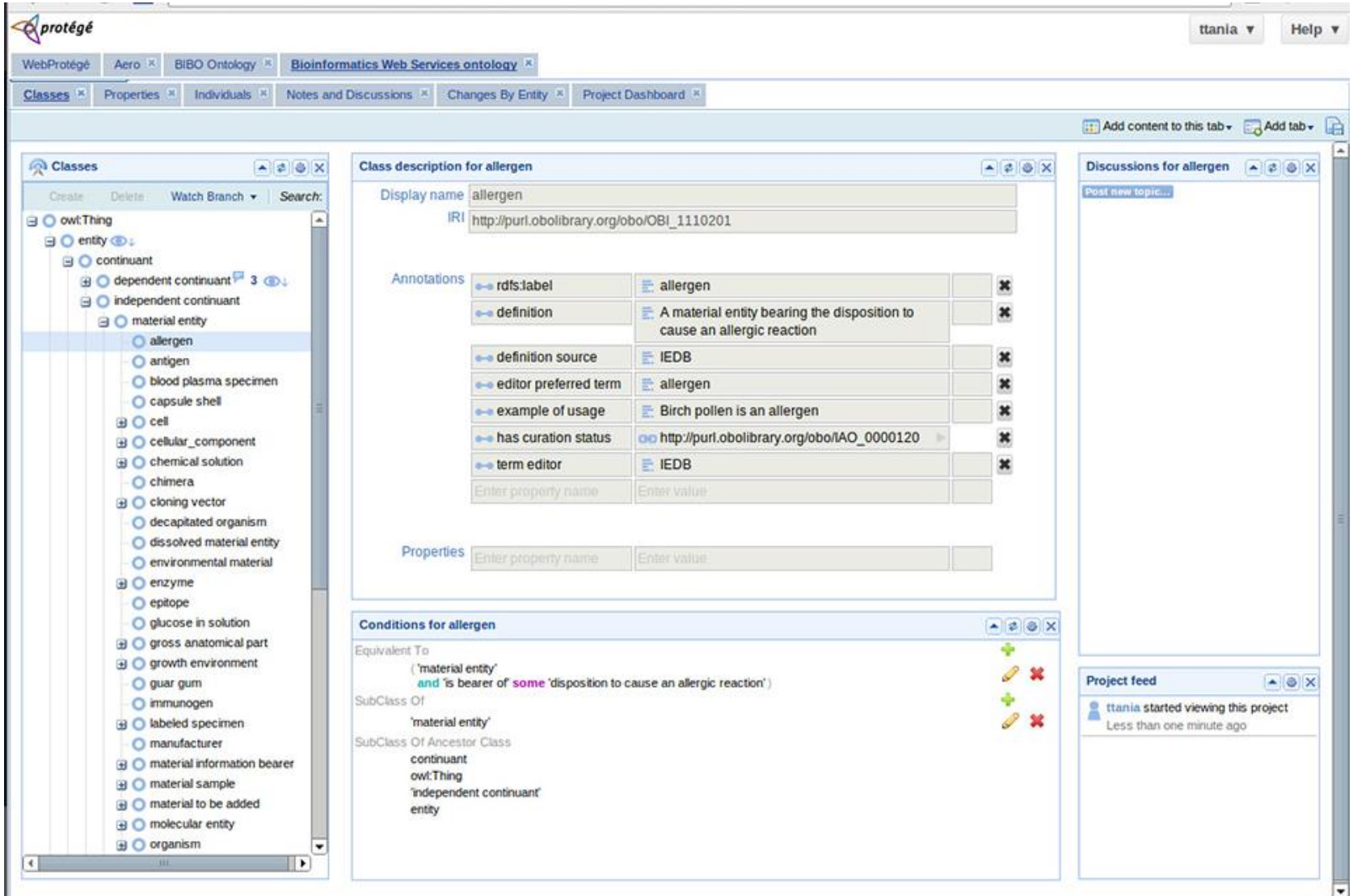
Quelques outils

Protégé: IDE - https://protege.stanford.edu/



Quelques outils

WebProtégé: IDE - http://webprotege.stanford.edu/



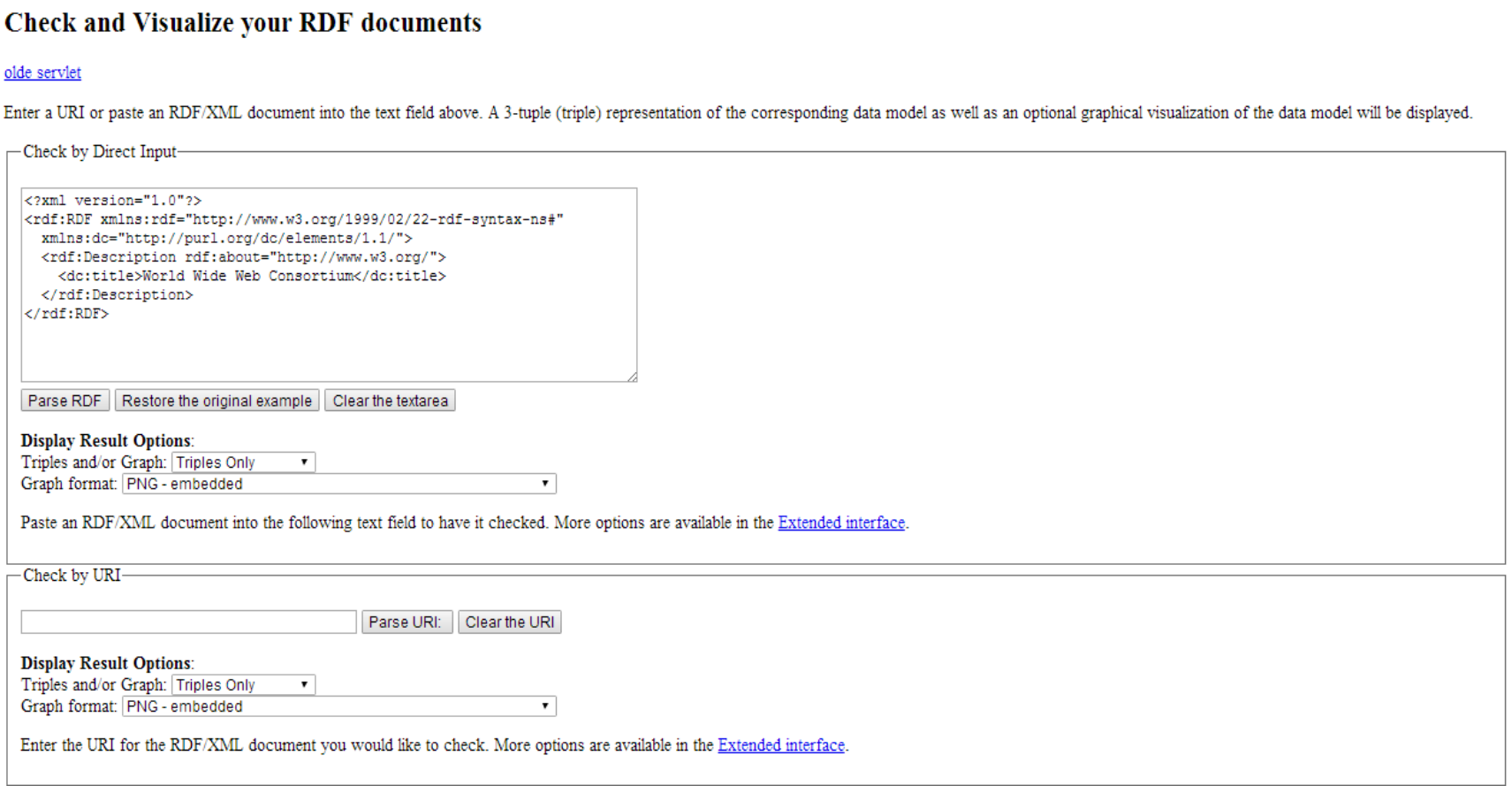
Quelques Outils

Apache Jena – https://jena.apache.org/

Quelques Outils

OWL Validator - S'assurer de la validité, de l'intégrité et de la cohérence des concepts qu'un document OWL exprime.

Validateur RDF du W3C - http://www.w3.org/RDF/Validator/



Check and Visualize your RDF documents

olde servlet

Enter a URI or paste an RDF/XML document into the text field above. A 3-tuple (triple) representation of the corresponding data model as well as an optional graphical visualization of the data model will be displayed.

Check by Direct Input

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/">
    <dc:title>World Wide Web Consortium</dc:title>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Parse RDF | Restore the original example | Clear the textarea

Display Result Options:
Triples and/or Graph: Triples Only
Graph format: PNG - embedded

Paste an RDF/XML document into the following text field to have it checked. More options are available in the Extended interface.

Check by URI

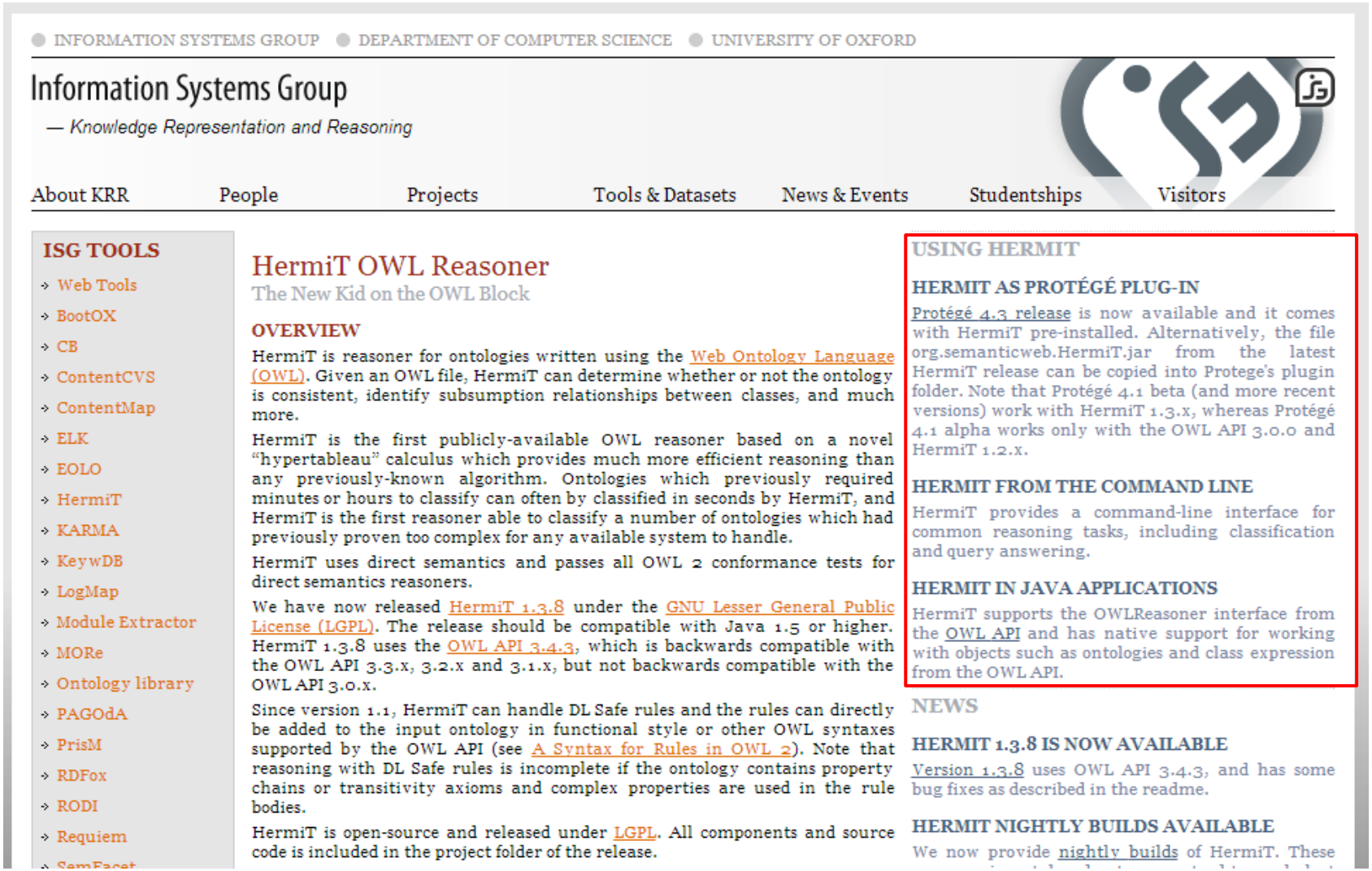
Parse URI: | Clear the URI

Display Result Options:
Triples and/or Graph: Triples Only
Graph format: PNG - embedded

Enter the URI for the RDF/XML document you would like to check. More options are available in the Extended interface.

Quelques Outils

HermiT OWL Reasoner - http://www.hermit-reasoner.com/



INFORMATION SYSTEMS GROUP · DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE · UNIVERSITY OF OXFORD

Information Systems Group

— *Knowledge Representation and Reasoning*

About KRR | People | Projects | Tools & Datasets | News & Events | Studentships | Visitors

ISG TOOLS

- Web Tools
- BootOX
- CB
- ContentCVS
- ContentMap
- ELK
- EOLO
- HermiT
- KARMA
- KeywDB
- LogMap
- Module Extractor
- MORe
- Ontology library
- PAGOdA
- PrisM
- RDFox
- RODI
- Requiem
- SemFacet

HermiT OWL Reasoner

The New Kid on the OWL Block

OVERVIEW

HermiT is reasoner for ontologies written using the Web Ontology Language (OWL). Given an OWL file, HermiT can determine whether or not the ontology is consistent, identify subsumption relationships between classes, and much more.

HermiT is the first publicly-available OWL reasoner based on a novel "hypertableau" calculus which provides much more efficient reasoning than any previously-known algorithm. Ontologies which previously required minutes or hours to classify can often by classified in seconds by HermiT, and HermiT is the first reasoner able to classify a number of ontologies which had previously proven too complex for any available system to handle.

HermiT uses direct semantics and passes all OWL 2 conformance tests for direct semantics reasoners.

We have now released HermiT 1.3.8 under the GNU Lesser General Public License (LGPL). The release should be compatible with Java 1.5 or higher. HermiT 1.3.8 uses the OWL API 3.4.3, which is backwards compatible with the OWL API 3.3.x, 3.2.x and 3.1.x, but not backwards compatible with the OWL API 3.0.x.

Since version 1.1, HermiT can handle DL Safe rules and the rules can directly be added to the input ontology in functional style or other OWL syntaxes supported by the OWL API (see A Syntax for Rules in OWL 2). Note that reasoning with DL Safe rules is incomplete if the ontology contains property chains or transitivity axioms and complex properties are used in the rule bodies.

HermiT is open-source and released under LGPL. All components and source code is included in the project folder of the release.

USING HERMIT

HERMIT AS PROTÉGÉ PLUG-IN

Protégé 4.3 release is now available and it comes with HermiT pre-installed. Alternatively, the file org.semanticweb.HermiT.jar from the latest HermiT release can be copied into Protege's plugin folder. Note that Protégé 4.1 beta (and more recent versions) work with HermiT 1.3.x, whereas Protégé 4.1 alpha works only with the OWL API 3.0.0 and HermiT 1.2.x.

HERMIT FROM THE COMMAND LINE

HermiT provides a command-line interface for common reasoning tasks, including classification and query answering.

HERMIT IN JAVA APPLICATIONS

HermiT supports the OWLReasoner interface from the OWL API and has native support for working with objects such as ontologies and class expression from the OWL API.

NEWS

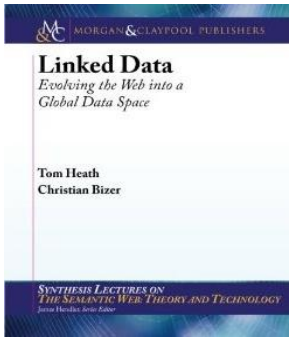
HERMIT 1.3.8 IS NOW AVAILABLE

Version 1.3.8 uses OWL API 3.4.3, and has some bug fixes as described in the readme.

HERMIT NIGHTLY BUILDS AVAILABLE

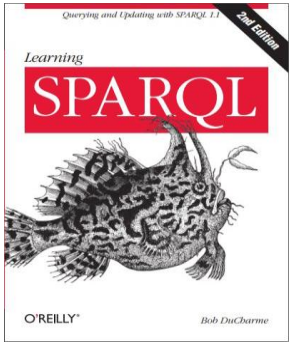
We now provide nightly builds of HermiT. These

Références



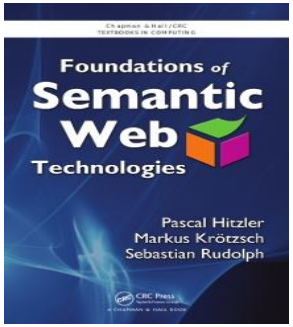
Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space

- ✓ Auteur : Christian Bizer, Tom Heath
- ✓ Éditeur : Morgan & Claypool Publishers
- ✓ Edition : Février 2011 - 136 pages - ISBN 9781608454310



Learning SPARQL : Querying and Updating with SPARQL

- ✓ Auteur : Bob DuCharme
- ✓ Éditeur : O'Reilly Media
- ✓ Edition: Juillet 2013– 386pages -ISBN : *9781449306595*



Foundations of Semantic Web Technologies

- ✓ Auteur : Pascal Hitzler, Markus Krötzsch, Sebastian Rudolph
- ✓ Éditeur : CRC Press/Chapman and Hall
- ✓ Edition : 2009 - 455 pages - ISBN : 9781420090505

Références

- W3C – OWL Web Ontology Language
  - ✓ https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/
- INRIA MOOC - Fabien Gandon– Web Sémantique et Web de Données
  - ✓ https://www.canal-u.tv/producteurs/inria/cours_en_ligne/web_semantique_et_web_de_donnees
- Introduction à OWL – Xavier Lacot
  - ✓ http://lacot.org/public/introduction_a_owl.pdf
- Noy et McGuinness - Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology.
  - ✓ https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf/
- Haifa Zargayouna – Thèse
  - ✓ http://www-lipn.univ-paris13.fr/~zargayouna/zargayouna-these.pdf