

Cours 10 - Introduction aux Ontologies

MARIE-HÉLÈNE ABEL

Table des matières

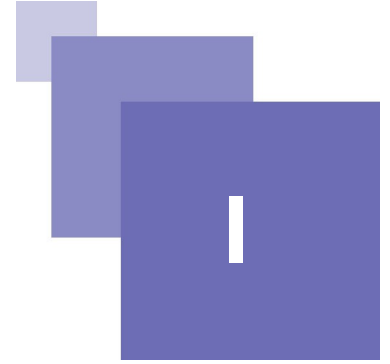
I - Origine	5
II - Définition	7
A. Dictionnaire.....	7
B. Contexte de la philosophie.....	7
III - Ontologie en Intelligence Artificielle	9
A. Objet.....	9
B. Un peu d'histoire.....	9
C. Pourquoi utiliser les ontologies en Ingénierie des Connaissances ?.....	10
IV - Ingénierie des Connaissances : mise en œuvre des ontologies	11
A. Définition.....	11
B. Exemple d'utilisation d'une ontologie.....	14
1. Enoncé.....	14
2. Modélisation (ontologie/T-Box).....	14
3. Description (Assertion/A-Box).....	14
4. Requête.....	14
5. Réponse.....	15
C. Expression des ontologies.....	15
D. Types d'ontologie.....	15
E. Exemples d'ontologies.....	16
F. Cycle de vie.....	16
G. Approches possibles pour développer une hiérarchie de classes.....	17
H. Langages de définition d'ontologies.....	18
I. Outils.....	19
V - Langage de définition d'ontologies : OWL	21

A. Objectif.....	21
B. Définition.....	21
C. Exemple.....	22

VI - Bibliographie

25

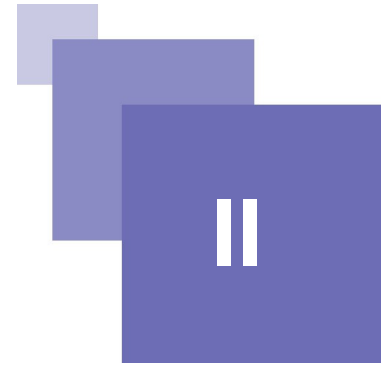
Origine



Le terme « ontologie » est construit à partir des racines grecques :

- Ontos (ce que existe, l'existant).
- Logos (le discours, l'étude).

Définition



Dictionnaire

7

Contexte de la philosophie

7

A. Dictionnaire



Définition : Dans le Petit Larousse Illustré :

- Etude de l'être en tant qu'être, de l'être en soi.
- Etude de l'existence en général, dans l'existentialisme.

B. Contexte de la philosophie



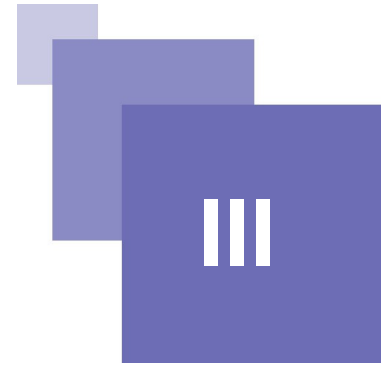
Définition

L'Ontologie est une branche fondamentale de la Métaphysique, qui s'intéresse à :

- la notion d'existence,
- aux catégories fondamentales de l'existant,

et étudie les propriétés les plus générales de l'être.

Ontologie en Intelligence Artificielle



Objet	9
Un peu d'histoire	9
Pourquoi utiliser les ontologies en Ingénierie des Connaissances ?	10

A. Objet

Pour partager des informations au sein d'une communauté ou d'une organisation, il est nécessaire que les acteurs emploient un même vocabulaire et que les termes signifient pour tous la même chose.

=> Les ontologies ont été introduites en IA au début des années 1990.



Rappel

La branche de l'intelligence artificielle à laquelle nous nous intéressons ici est qualifiée de symbolique parce qu'elle repose sur des représentations formelles des connaissances, sous la forme de symboles que le système peut stocker et manipuler.



Exemple

Langages et opérations logiques, structures et opérations de graphes.



Rappel

Contrairement à d'autres approches, ces représentations sont à la fois compréhensibles par les humains et manipulables par les systèmes, en appliquant des règles de manipulation définies sur les symboles de ces représentations et dont l'interprétation simule, par exemple, un raisonnement.

B. Un peu d'histoire

Dès les années 1970, la notion d'ontologie existait, sans être nommée et de façon transversale, dans les différents systèmes de représentation de connaissances :

- c'est la TBox des logiques de description, où l'on décrit les types de termes qui existent dans notre représentation et leurs caractéristiques ;
- c'est le support des graphes conceptuels, où l'on décrit des hiérarchies de multi-héritage entre des types de concepts ou des types de relations ;
- ce sont enfin les schémas des « Frames » et les classes des langages de

représentation par objets.

Il aura fallu attendre les années 1990 pour que le mot « ontologie » soit adopté par toute la communauté, et sa définition reste un objet de discussion.

C. Pourquoi utiliser les ontologies en Ingénierie des Connaissances ?

Objectif

- Se mettre d'accord sur le sens des termes employés dans une organisation, une communauté, un métier
- Faire en sorte que les personnes et les logiciels se comprennent

=>Utile pour des applications distribuées telles que le Web



Exemple : Ambiguïté

'chambre' :

- Chambre d'hôtel ?
- Chambre d'écho ?
- Chambre des députés ?
- Chambre d'enregistrement ?
- Chambre noire ?
- Chambre funéraire ?



Attention : Ontologie versus Terminologie

Alors qu'une terminologie rassemble le vocabulaire : l'ensemble des termes d'un domaine particulier, l'ontologie désigne les concepts (le (ou les) sens des termes) de ce même domaine.



Remarque

Contrairement au dictionnaire qui a un rôle descriptif, et décrit les usages et les sens des mots, une ontologie a un rôle normatif :

Elle prescrit comment un ensemble restreint de termes, formant un système dans un certain contexte, doivent être utilisés les uns avec les autres.

Ingénierie des Connaissances : mise en œuvre des ontologies

IV

Définition	11
Exemple d'utilisation d'une ontologie	14
Expression des ontologies	15
Types d'ontologie	15
Exemples d'ontologies	16
Cycle de vie	16
Approches possibles pour développer une hiérarchie de classes	17
Langages de définition d'ontologies	18
Outils	19

A. Définition



Définition : Grüber

« une ontologie est une spécification explicite rendant partiellement compte d'une conceptualisation ».



Définition : Cette définition est légèrement modifiée par Brost :

« une spécification formelle d'une conceptualisation partagée »



Définition : Bourigault, Aussenac-Gilles

Elle peut être vue comme la distinction entre les entités du monde réel et les catégories telles que les concepts, propriétés et relations pour les décrire.



Remarque

C'est parce qu'une ontologie rend compte du sens des termes que l'on parle de conceptualisation.

- La spécification est dite explicite car elle est codée dans un langage.
- Ce langage peut être une langue naturelle ou un langage logique (ensemble de formules logiques, d'axiomes).
 - Le langage formel réduit les ambiguïtés d'une langue naturelle et facilite les vérifications de cohérence et de complétude de l'ontologie.

- La langue naturelle facilite la compréhension de l'ontologie et la construction de l'ontologie en équipe.

Synthèse

- Une ontologie est une modélisation partagée d'un domaine pour améliorer la communication entre personnes, entre personnes et applications logicielles, ou entre applications.
- L'ontologie est une caractérisation des objets du domaine : leurs propriétés, leurs relations avec d'autres objets.



Remarque : Comme l'ontologie doit représenter le vocabulaire commun utilisé pour effectuer des requêtes et des inférences, elle doit obligatoirement :

- être cohérente : il ne doit pas y avoir de contradiction.
=> Il ne doit pas être possible d'inférer une chose et son contraire .
- complète : tous les concepts utiles doivent se trouver dans l'ontologie.
=> Si la définition du concept C1 fait référence à un autre concept C2, ce concept C2 doit être défini dans l'ontologie.

Représentation schématique d'une ontologie

Ontologie = Hiérarchie de concepts + Définition de relations entre les concepts + règles, contraintes



Remarque

- Un concept est un constituant de la pensée (un principe, une idée, une notion abstraite) sémantiquement évaluable et communicable.
- L'ensemble des propriétés d'un concept constitue sa compréhension ou son intension et l'ensemble des êtres qu'il englobe, son extension.
- Les concepts sont organisés dans un arbre ou un treillis, de telle sorte qu'un concept ne soit placé sous un autre que s'il est une spécialisation de ce concept. Il existe également d'autres relations sémantiques entre des concepts, plus complexes que la relation de spécialisation (est un(e)).



Remarque : Une ontologie peut également comporter :

- des contraintes supplémentaires sur les concepts par exemple, il peut y avoir des concepts qui ne peuvent dénoter qu'un objet : ce sont des concepts individuels
- des règles, ou axiomes, qui permettent de compléter la définition des concepts et des relations. Les axiomes constituent des assertions, acceptées comme vraies, à propos des abstractions du domaine traduites par l'ontologie.



Attention : Ontologie versus Taxinomie

Les connaissances ontologiques dépassent largement les connaissances taxinomiques. Ainsi, on peut trouver dans une ontologie :

- des connaissances de composition



Exemple

- En chimie (catégories d'éléments),
- en production (catégories de pièces),
- en médecine (catégories anatomiques), etc. ;

- des définitions complètes



Exemple

Une personne est un directeur si et seulement si il existe une organisation dirigée par cette personne ;

- des contraintes d'intégrité



Exemple

Un livre édité a un et un seul ISBN, un parent ne peut pas être plus jeune que ses enfants ;

- des fonctions de calcul



Exemple

Le rythme cardiaque conseillé pour une personne lors d'un effort cardio-vasculaire est égal à $(220 - \text{âge}) \times 0.65$;

- des propriétés algébriques



Exemple

La relation « est marié avec » est symétrique, cela signifie que si Thomas est marié avec Stéphanie, alors le système peut aussi déduire que Stéphanie est mariée avec Thomas, et vice-versa ;

- des connaissances par défaut



Exemple

par défaut une voiture a quatre roues ;

- des relations inverses



Exemple

« faire partie de » est l'inverse de « inclure », c'est-à-dire que si une portière fait partie d'une voiture, alors la voiture inclut la portière, et vice-versa ;

- des règles spécifiques au domaine considéré



Exemple

En biologie, pour chaque récepteur qui active une fonction moléculaire, si cette fonction joue un rôle dans le fonctionnement de l'organisme, alors le récepteur joue le même rôle.

B. Exemple d'utilisation d'une ontologie

Cet exemple est directement inspiré de celui présenté dans : http://interstices.info/jcms/c_17672/ontologies-informatiques

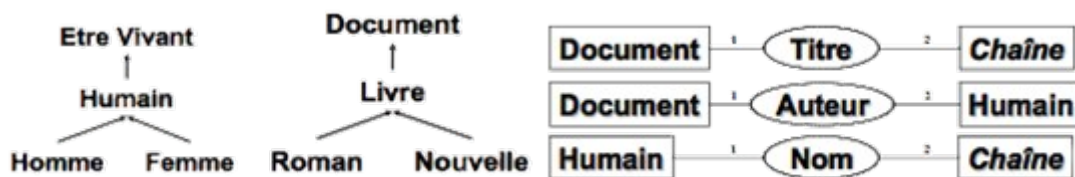
1. Enoncé

Recherche des livres écrits par un certain « Hugo ».

Si votre système d'information se contente de travailler au niveau textuel, avec les mots clefs « Hugo » et « Livre », vous verrez apparaître plusieurs problèmes :

- le bruit : le système ne saura pas faire la différence entre le nom de famille « Hugo », le prénom « Hugo » ou le nom de rue « Hugo » ;
- le silence : le système, s'il rencontre le terme « R-o-m-a-n », ne saura pas qu'il est pertinent pour votre requête, car il cherche le mot « L-i-v-r-e ».

2. Modélisation (ontologie/T-Box)



image_02

3. Description (Assertion/A-Box)

Utilisez ce vocabulaire pour décrire la réalité : un homme dont le nom est « Hugo » a écrit un roman intitulé « Notre Dame de Paris »



image3

4. Requête

Vous pouvez formuler une requête non ambiguë avec ce même vocabulaire pour rechercher les documents écrits par un certain « Hugo ».



image4

5. Réponse

En utilisant la logique de votre langage, le système peut inférer que :

- un roman est un livre : requête sur la T-Box
- un livre est un document : requête sur la T-Box

- donc un roman est un document : requête sur la T-Box
- la réponse « Hugo a écrit le roman Notre Dame de Paris » est valide : requête sur la base de connaissances (T-Box + A-Box)



Remarque

Les requêtes sur les ontologies (T-Box) traitent de classification.

C. Expression des ontologies

Les ontologies se distinguent suivant le langage utilisé :

- « ontologie informelle » si elle est spécifiée en langue naturelle
- « ontologie formelle » si le langage utilisé est un langage de logique.

On distingue les « ontologies conceptuelles » qui servent à faciliter la compréhension des « ontologies computationnelles » qui sont spécifiées dans un langage de programmation pour être utilisées par des machines. Ces dernières sont forcément des ontologies formelles.

D. Types d'ontologie

On distingue différentes sortes d'ontologies :

Ontologie générique ou « universelle »

L'ontologie porte sur des concepts généraux qui se veulent indépendants d'un domaine ou d'un problème particulier, tels que les concepts de temps, d'espace, ou les notions mathématiques.

Ontologie de domaine (ou « régionale »)

L'ontologie s'applique à un domaine particulier tout en étant générique pour ce domaine. C'est le cas des ontologies appliquées à des domaines comme la chimie, la médecine, la modélisation d'entreprise (Enterprise et TOVE).

Ontologie d'application

L'ontologie regroupe les connaissances nécessaires à une application donnée. Elle permet de prendre en compte le vocabulaire plus spécialisé des experts de l'application.

Ontologie de tâches

L'ontologie porte sur les connaissances propres à une activité (diagnostic).

Méta-Ontologie (Ontologies de représentation)

L'ontologie décrit les concepts utilisés par les langages de représentation des ontologies.

E. Exemples d'ontologies



Exemple : Projet Cyc

OpenCyc, ResearchCyc : Ontologie globale, type encyclopédie, définie à Austin,

Texas par Cycorp Inc
<http://www.opencyc.org/>



Exemple : Wordnet

Répertoire, classifie et met en relation de diverses manières le contenu sémantique et lexical de la langue anglaise
<http://wordnet.princeton.edu/>



Exemple : GFO : General Formal Ontology

Ontologie de haut niveau (upper ontology)
<http://www.onto-med.de/ontologies/gfo/>



Exemple : Enterprise Ontology

Ontologie dédiée au business des entreprises
<http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/enterprise/ontology.html>

F. Cycle de vie



Définition : [Fernandez et al., 1997]

La vie d'une ontologie passe par les états suivants :

- spécification,
- conceptualisation,
- formalisation,
- intégration,
- implantation,
- maintenance.



Remarque

Le cycle de vie par évolution de prototypes permet à l'ontologiste de retourner de n'importe quel état à n'importe quel autre si une certaine définition manque ou est erronée.



Remarque

Ainsi, ce cycle de vie permet l'inclusion, le déplacement ou la modification de définitions n'importe quand durant le cycle de vie de l'ontologie



Remarque

L'acquisition, la documentation et l'évaluation de connaissances sont des activités de support qui sont effectuées pendant la majorité de ces états.

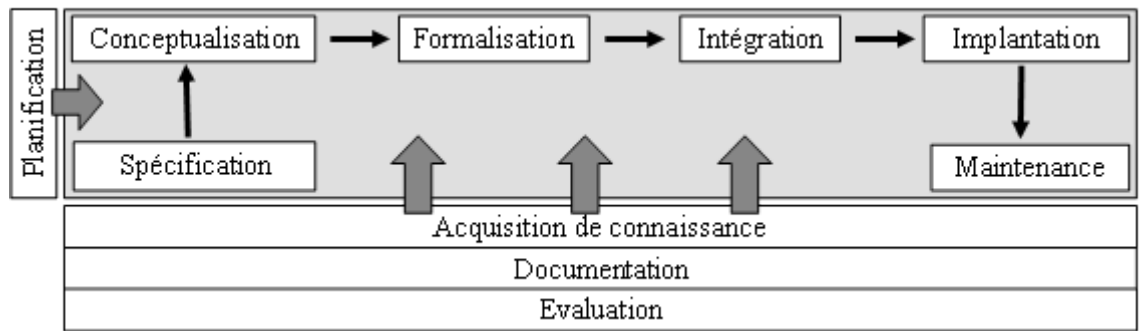


image5

Une évaluation précoce permet de limiter la propagation d'erreurs.

G. Approches possibles pour développer une hiérarchie de classes

On distingue trois possibilités pour identifier les concepts qui seront présents dans la hiérarchie :

TOP DOWN

- Partir des concepts les plus génériques que l'on déclinera en concepts de plus en plus spécifiques. Il s'agit d'une approche de haut en bas.

BOTTOM UP

- Partir, au contraire, de concepts spécifiques que l'on organise avec des concepts plus génériques. C'est une approche de bas en haut.

MIDDLE OUT

- Enfin, identifier les concepts les plus importants (pas forcément spécifiques ou génériques) et partir de ceux-ci pour trouver les concepts plus génériques et plus spécifiques dont on aura besoin. Cette approche part du milieu vers les extrémités.

Dans la pratique, il n'y a pas d'approche purement « top down » ou « bottom up » surtout lorsqu'une ontologie déjà existante est réutilisée.

H. Langages de définition d'ontologies



Exemple : Ils sont nombreux, on peut citer :

- OKBC : Open Knowledge Base Connectivity
- KIF : Knowledge Interchange Format, basé sur lisp
- DARPA Agent Markup Language, fondé sur XML et RDF
- OWL : Ontology Web Language
- SOL : Simple Ontology Language

I. Outils



Exemple : Editeurs

KAON :

- KAON1 : RDFS <http://kaon.semanticweb.org/>
- KAON2 : OWL <http://kaon2.semanticweb.org/>

Protégé :

- <http://protege.stanford.edu/>
- Protégé-frames editor Protégé-owl editor

Differential Ontology Editor (DOE), développé à l'INA.

...

Exemples d'ontologies éditées sur Protégé

http://protegewiki.stanford.edu/index.php/Protege_Ontology_Library



Exemple : Validateurs

Assurent la validité et la cohérence des concepts exprimés

- Valideur HTML du W3C : <http://validator.w3.org/>
- Valideur RDF du W3C : <http://www.w3.org/RDF/Validator>
- WonderWeb OWL du projet WonderWeb : <http://wonderweb.semanticweb.org/>



Exemple : Framework Jena

- Offre un environnement facilitant le développement d'applications dédiées au web sémantique.
 - Permet de manipuler des documents RDF, RDFS et OWL
- Fournit un moteur d'inférences permettant des raisonnements sur les ontologies.

Langage de définition d'ontologies : OWL



Objectif	21
Définition	21
Exemple	22

A. Objectif

- Standardiser les moyens de définir des ontologies qui peuvent être utilisées sur le Web
- Etendre les constructions de RDF Schema (classes, propriétés, relations de sous-classes et de sous-propriétés) pour permettre des relations plus complexes entre entités.

=> Découle de nombreux travaux en KR :

Frames et surtout les logiques de description XML-> RDF -> RDFS -> DAML+OIL : langage de représentation d'ontologies

B. Définition



Définition

OWL is a semantic markup language for publishing and sharing ontologies on the World Wide Web. OWL is derived from the DAML+OIL Web Ontology Language and builds upon the Resource Description Framework.

OWL : trois sous langages

OWL fournit trois sous langages d'expressivité croissante, destinés à des communautés spécifiques de développeurs et d'utilisateurs : OWL lite, OWL DL, OWL full.

OWL Lite

Destiné à des utilisateurs ayant principalement besoin d'une hiérarchie de classification et de contraintes simples :

- Contrainte de cardinalité : 0 ou 1,
- Restrictions de classe,
- Intersections de classe.

OWL DL

- Destiné aux utilisateurs qui demande une expressivité maximale tout en retenant la complétude du calcul (inférences garanties calculables) et la décidabilité (calculs s'achèvent dans un intervalle de temps fini).
- DL en raison des liens de OWL avec la logique de description.

Destiné aux utilisateurs qui désirent une expressivité maximale et la liberté syntaxique de RDF sans garantie de calcul.

- Une classe peut se traiter simultanément comme une collection d'individus ou comme un individu à part entière.
- Possibilité d'augmenter le vocabulaire prédéfini.

=> Il est peu probable qu'un système de raisonnement puisse mettre en œuvre toutes les caractéristiques de OWL Full

C. Exemple



Exemple : Les classes

```
<owl :Class rdf :ID="Humain">  
<owl :Class rdf :ID="Ville">
```



Exemple : L'héritage

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



Exemple : Propriété d'objet

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



Exemple : Propriété de type de donnée

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



Exemple : Caractéristique de propriété

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



Exemple : Instance de classe

```
<Humain rdf :ID="Marie">  
<aPourFrere rdf :ressource="#Paul"/>  
</Humain>
```

Bibliographie

VI

<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html> (articles de Gruber)

http://interstices.info/jcms/c_17672/ontologies-informatiques (introduction aux ontologies informatiques, Gandon)

<http://www.yoyodesign.org/doc/w3c/owl-features-20040210/>

<http://www.w3.org/2003/08/owlfaq.html>

<http://www.xml.com/pub/a/2002/11/06/ontologies.html>

<http://websemantique.org/OWL>

Développement d'une ontologie 101 : Guide pour la création de votre première ontologie :

- <http://www.bnf.fr/PAGES/infopro/normes/pdf/no-DevOnto.pdf>