

## Rapport pour le module de représentation des connaissances

---

# L'ontologie comme technique de représentation de connaissances en intelligence artificielle

Abderrahmane Aarab & Walid Fajri

---

**Master IAAD**

**Intelligence Artificielle & Analyse des Données**



Université Moulay Ismail

Faculté des sciences Meknès

Département d'informatique

27 décembre 2022

## Résumé

L'ontologie est une technique de représentation de connaissances utilisée dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA) pour représenter les concepts et les relations au sein d'un domaine de connaissances particulier. Cet article présente un aperçu du rôle de l'ontologie en IA, y compris ses avantages et ses défis, et examine ses applications en traitement du langage naturel, en recherche d'informations et en apprentissage automatique. L'article examine également les différentes approches de création d'ontologies, y compris les approches descendantes et ascendantes, et l'importance de s'assurer que l'ontologie est précise, complète et à jour. Dans l'ensemble, cet article vise à mettre en évidence l'importance de l'ontologie en tant qu'outil de représentation et d'organisation des connaissances dans le domaine de l'IA.

**Mots-clés:** Ontologie - Représentation des connaissances - Intelligence artificielle - Langue de modélisation formelle

## Table des matières

Chapter 1: Introduction.....	4
1.1 Historique.....	4
1.2 Définition.....	4
1.3 Rôle des ontologies.....	4
Chapter 2: Les constituants d'une ontologie .....	5
Chapter 3: Le cycle de vie des ontologies .....	7
Chapter 4: Classification des ontologies.....	8
4.1 Typologie selon l'objet de conceptualisation .....	8
4.2 Typologie selon le niveau de granularité.....	9
4.3 Typologie selon le niveau de formalisation utilise.....	9
Chapter 5: Méthodes et méthodologies de construction d'ontologie .....	10
5.1 Les méthodes de construction d'ontologie .....	10
5.2 Le processus de développement d'ontologie .....	11
Chapter 6: Domaine d'application des ontologies.....	12
Chapter 7: Exemple d'ontologie universitaire .....	13
Conclusion.....	16

# Chapter 1: Introduction

L'ontologie est une technique de représentation des connaissances utilisée en intelligence artificielle pour modéliser et structurer les connaissances de manière explicite et formelle. Elle permet de donner un sens commun à un domaine de connaissances et de définir les relations entre les différents concepts et termes utilisés dans ce domaine. En utilisant des ontologies, il est possible de créer des systèmes de gestion de connaissances efficaces et de faciliter la communication entre les différents agents d'un système intelligent.

## 1.1 Historique

L'idée de représenter les connaissances de manière structurée remonte à la Grèce antique, avec les classifications des connaissances proposées par les philosophes comme Aristote. Cependant, l'ontologie comme technique de représentation des connaissances a émergé au milieu des années 1990 avec le développement de l'Internet et de l'intelligence artificielle. Depuis, elle est devenue l'une des techniques les plus utilisées dans le domaine de la gestion de connaissances et de l'IA.

## 1.2 Définition

Une ontologie est une spécification formelle d'un domaine de connaissances, qui définit les concepts et les relations qui existent dans ce domaine. Elle est généralement construite en utilisant une langue de modélisation formelle, telle que l'Ontology Web Language (OWL), et peut être utilisée pour représenter des connaissances de manière explicite et structurée.

## 1.3 Rôle des ontologies

Les ontologies jouent un rôle crucial dans la représentation des connaissances en IA. Elles permettent de modéliser et de structurer les connaissances de manière explicite et formelle, ce qui facilite leur gestion et leur utilisation par les systèmes intelligents. En utilisant des ontologies, il est possible de créer des systèmes de gestion de connaissances efficaces et de faciliter la communication entre les différents agents d'un système intelligent.

## Chapter 2: Les constituants d'une ontologie

Les constituants d'une ontologie sont les éléments qui la composent et qui permettent de représenter les connaissances de manière explicite et structurée. Voici quelques exemples de constituants d'une ontologie :

**Concepts** : les concepts sont les éléments de base d'une ontologie et représentent les différents types d'objets ou de concepts du domaine de connaissances.

**Relations** : les relations sont utilisées pour décrire les liens entre les concepts de l'ontologie. Elles permettent de représenter les propriétés ou les caractéristiques des concepts et de définir comment ils sont liés entre eux.

**Axiomes** : les axiomes sont des propositions formelles qui définissent les règles et les restrictions qui régissent l'utilisation des concepts et des relations de l'ontologie.

**Classes** : les classes sont des groupes de concepts qui ont des caractéristiques communes. Elles sont utilisées pour regrouper les concepts de l'ontologie en catégories logiques.

**Instances** : les instances sont des occurrences concrètes de concepts dans le monde réel. Elles sont utilisées pour représenter des objets ou des concepts qui existent dans le monde réel et qui sont liés aux concepts de l'ontologie.

**Sous-classes et super-classes** : les sous-classes et les super-classes sont utilisées pour représenter les relations hiérarchiques entre les classes de l'ontologie. Une sous-classe est une classe qui hérite des caractéristiques de sa super-classe.

**Propriétés :** les propriétés sont des caractéristiques associées aux concepts ou aux instances de l'ontologie. Elles peuvent être des caractéristiques simples, comme une couleur ou une taille, ou des caractéristiques plus complexes, comme une relation avec un autre concept.

**Valeurs de propriété :** les valeurs de propriété sont les valeurs associées aux propriétés des concepts ou des instances de l'ontologie. Elles permettent de décrire de manière précise les caractéristiques des concepts et des instances.

**Ontologies liées :** les ontologies liées sont des ontologies qui sont liées à l'ontologie en cours de construction et qui peuvent être utilisées pour compléter ou enrichir cette ontologie.

**Annotations :** les annotations sont des informations supplémentaires associées aux concepts, aux relations ou aux instances de l'ontologie. Elles peuvent être utilisées pour ajouter des détails ou des précisions sur les éléments de l'ontologie.

Il est important de noter que la structure et les constituants d'une ontologie dépendent de son objet de conceptualisation, de son niveau de granularité et de son niveau de formalisation. Chaque ontologie peut avoir une structure et des constituants différents en fonction de ses besoins et de ses objectifs.

## Chapter 3: Le cycle de vie des ontologies

Le cycle de vie des ontologies comprend plusieurs étapes, qui vont de la définition du domaine de connaissances à la mise à jour de l'ontologie au fil du temps. Les étapes du cycle de vie des ontologies sont les suivantes :

1. **Définition du domaine de connaissances** : la première étape consiste à définir le domaine de connaissances pour lequel l'ontologie sera créée. Cela implique de déterminer les concepts et les relations qui seront inclus dans l'ontologie.
2. **Construction de l'ontologie** : une fois le domaine de connaissances défini, l'ontologie peut être construite en utilisant une langue de modélisation formelle, telle que l'OWL. Cela implique de définir les concepts et les relations de l'ontologie, ainsi que les axiomes qui régissent leur utilisation.
3. **Validation de l'ontologie** : une fois l'ontologie construite, elle doit être validée pour s'assurer qu'elle est complète et cohérente. Cela peut être fait en utilisant des outils de vérification de l'ontologie ou en la soumettant à des pairs pour examen.
4. **Utilisation de l'ontologie** : une fois l'ontologie validée, elle peut être utilisée pour représenter les connaissances d'un domaine de manière explicite et structurée. Elle peut également être utilisée comme base pour construire des systèmes de gestion de connaissances ou pour améliorer la communication entre les différents agents d'un système intelligent.
5. **Mise à jour de l'ontologie** : au fil du temps, de nouvelles connaissances peuvent être acquises dans le domaine de l'ontologie, ou certaines connaissances peuvent être obsolètes. Pour refléter ces changements, l'ontologie doit être mise à jour en conséquence.

## Chapter 4: Classification des ontologies

Il existe plusieurs façons de classer les ontologies selon leur objet de conceptualisation, leur niveau de granularité ou leur niveau de formalisation utilisé.

### 4.1 Typologie selon l'objet de conceptualisation

- **Ontologies de domaine** : ces ontologies sont conçues pour représenter les connaissances d'un domaine de manière explicite et structurée. Elles peuvent être utilisées pour améliorer la communication entre les différents agents d'un système intelligent ou pour construire des systèmes de gestion de connaissances.
- **Ontologies de tâche** : ces ontologies sont conçues pour représenter les connaissances nécessaires à l'exécution d'une tâche spécifique, comme la traduction automatique ou le traitement de la parole. Elles sont généralement plus spécialisées que les ontologies de domaine et sont conçues pour répondre aux besoins de la tâche en question.
- **Ontologies de métadonnées** : ces ontologies sont conçues pour représenter les métadonnées associées à des ressources numériques, comme les données de métadonnées associées à un document ou à une image. Elles permettent de décrire ces ressources de manière structurée et de faciliter leur réutilisation.



## 4.2 Typologie selon le niveau de granularité

- **Ontologies fines** : ces ontologies sont très détaillées et spécifiques et sont conçues pour représenter les connaissances de manière très précise. Elles sont généralement utilisées pour des tâches spécifiques qui nécessitent une grande précision, comme la traduction automatique ou le diagnostic médical.
- **Ontologies larges** : ces ontologies sont moins détaillées et plus générales que les ontologies fines. Elles sont conçues pour représenter les connaissances de manière plus large et peuvent être utilisées pour de nombreuses tâches différentes.

## 4.3 Typologie selon le niveau de formalisation utilise

- **Ontologies formelles** : ces ontologies sont construites en utilisant une langue de modélisation formelle, comme l'OWL, et sont conçues pour être utilisées par des systèmes informatiques. Elles permettent de représenter les connaissances de manière explicite et structurée.
- **Ontologies informelles** : ces ontologies sont construites de manière moins formelle et peuvent être utilisées par des personnes pour représenter les connaissances de manière plus souple et moins structurée.

## **Chapter 5: Méthodes et méthodologies de construction d'ontologie**

### **5.1 Les méthodes de construction d'ontologie**

Il existe plusieurs méthodes et méthodologies qui peuvent être utilisées pour construire des ontologies. Voici quelques exemples :

#### **5.1.1 Méthode d'ingénierie des ontologies**

cette méthode consiste à utiliser une approche méthodique pour construire une ontologie, en suivant un processus bien défini qui comprend plusieurs étapes, comme la définition du domaine de connaissances, la construction de l'ontologie et la validation de celle-ci.

#### **5.1.2 Méthode de développement collaboratif des ontologies**

Cette méthode consiste à impliquer un groupe de personnes dans la construction de l'ontologie, en utilisant des techniques de collaboration en ligne pour faciliter le partage des connaissances et la construction de l'ontologie.

#### **5.1.3 Méthode de développement basée sur les données**

Cette méthode consiste à utiliser des données existantes, comme des bases de données ou des corpus de textes, pour construire une ontologie. Cette approche peut être utilisée pour automatiser la construction de l'ontologie ou pour la compléter de manière plus efficace.

## 5.2 Le processus de développement d'ontologie

Le processus de développement d'une ontologie comprend généralement les étapes suivantes :

### 1. Définition du domaine de connaissances

La première étape consiste à définir le domaine de connaissances pour lequel l'ontologie sera créée. Cela implique de déterminer les concepts et les relations qui seront inclus dans l'ontologie.

### 2. Collecte de données

La seconde étape consiste à collecter les données qui seront utilisées pour construire l'ontologie. Cela peut inclure la récolte de données à partir de sources externes, comme des bases de données ou des corpus de textes, ou la création de données à partir de sources internes, comme des experts du domaine.

### 3. Construction de l'ontologie

Une fois les données collectées, l'ontologie peut être construite en utilisant une langue de modélisation formelle, comme l'OWL. Cela implique de définir les concepts et les relations de l'ontologie, ainsi que les axiomes qui régissent leur utilisation.

### 4. Validation de l'ontologie

Une fois l'ontologie construite, elle doit être validée pour s'assurer qu'elle est complète et cohérente. Cela peut être fait en utilisant des outils de vérification de l'ontologie ou en la soumettant à des pairs pour examen.

### 5. Utilisation de l'ontologie

Une fois l'ontologie validée, elle peut être utilisée pour représenter les connaissances d'un domaine de manière explicite et structurée. Elle peut également être utilisée comme base pour construire des systèmes de gestion de connaissances ou pour améliorer la communication entre les différents agents d'un système intelligent.

## Chapter 6: **Domaine d'application des ontologies**

Les ontologies sont utilisées dans de nombreux domaines différents, notamment en intelligence artificielle, en gestion de connaissances, en biologie, en médecine et en informatique. Elles peuvent être utilisées pour représenter les connaissances de manière explicite et structurée, ce qui peut être utile pour améliorer la communication entre les différents agents d'un système intelligent, pour créer des systèmes de gestion de connaissances efficaces ou pour faciliter l'analyse de données complexes.

En **intelligence artificielle**, les ontologies sont souvent utilisées pour représenter les connaissances nécessaires à l'exécution de tâches spécifiques, comme la traduction automatique ou le traitement de la parole. Elles peuvent également être utilisées pour créer des systèmes de gestion de connaissances efficaces qui permettent de stocker et de réutiliser les connaissances acquises par un système intelligent.

En **biologie et en médecine**, les ontologies sont souvent utilisées pour représenter les connaissances sur les gènes, les protéines et les maladies. Elles peuvent être utilisées pour analyser de grandes quantités de données biologiques et médicales et pour découvrir de nouvelles connaissances dans ces domaines.

En **informatique**, les ontologies sont souvent utilisées pour représenter les métadonnées associées à des ressources numériques, comme les données de métadonnées associées à un document ou à une image. Elles permettent de décrire ces ressources de manière structurée et de faciliter leur réutilisation.

## Chapter 7: Exemple d'ontologie universitaire

Voici un exemple d'ontologie universitaire qui pourrait être utilisé en tant que technique de représentation des connaissances en intelligence artificielle :

**Concepts** : étudiant, professeur, cours, département, université

**Relations** : étudiant suit cours, professeur enseigne cours, cours est offert par département, département appartient à université

**Axiomes** : un étudiant ne peut suivre qu'un seul cours à la fois, un professeur ne peut enseigner qu'un seul cours à la fois, un cours ne peut être offert que par un seul département à la fois, un département ne peut appartenir qu'à une seule université à la fois

**Classes** : étudiant de premier cycle, étudiant de deuxième cycle, étudiant de troisième cycle, professeur adjoint, professeur agrégé, professeur titulaire

**Instances** : John, Mary, Jane (étudiants), Bob (professeur adjoint), Alice (professeur agrégé), Tom (professeur titulaire)

**Sous-classes** : étudiant de premier cycle est une sous-classe d'étudiant, étudiant de deuxième cycle est une sous-classe de étudiant, étudiant de troisième cycle est une sous-classe de étudiant, professeur adjoint est une sous-classe de professeur, professeur agrégé est une sous-classe de professeur, professeur titulaire est une sous-classe de professeur

**Propriétés** : nom, âge (pour étudiants), nom, âge, domaine de spécialisation (pour professeurs)

**Valeurs de propriété** : John (nom), 22 (âge), Mary (nom), 21 (âge), Jane (nom), 20 (âge), Bob (nom), 35 (âge), informatique (domaine de spécialisation), Alice (nom), 40 (âge), biologie (domaine de spécialisation), Tom (nom), 45 (âge), philosophie (domaine de spécialisation)

**Ontologies liées** : ontologie de la biologie, ontologie de l'informatique, ontologie de la philosophie

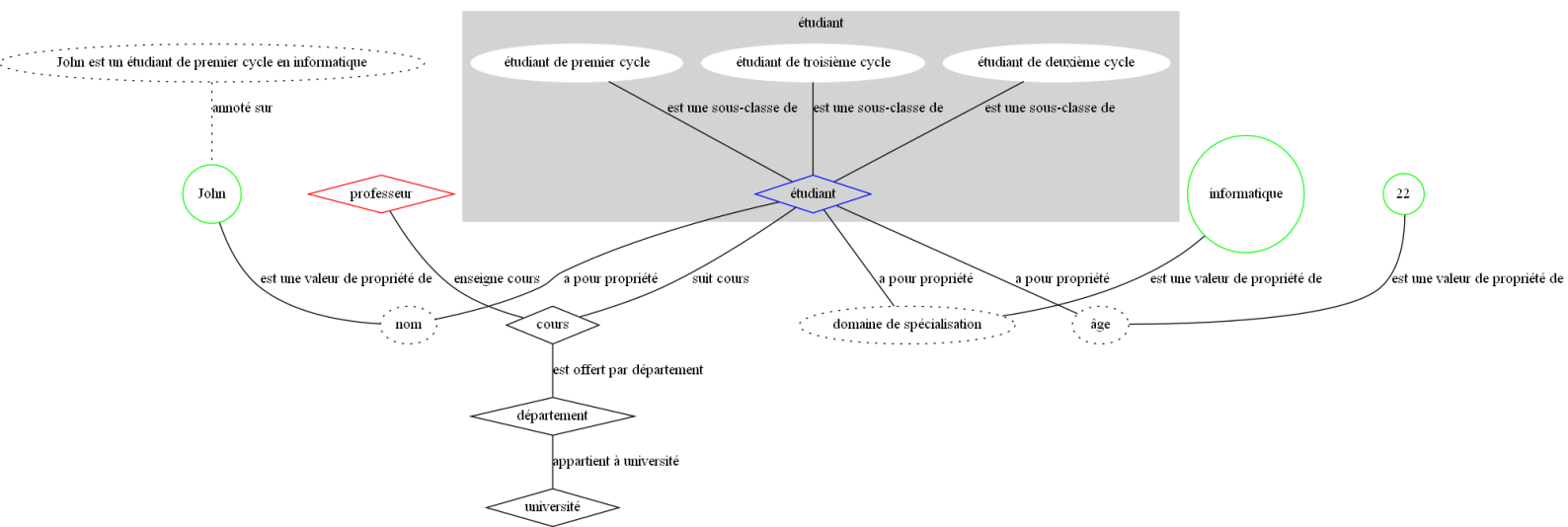
**Annotations** : John est un étudiant de premier cycle en informatique, Mary est une étudiante de deuxième cycle en biologie, Jane est une étudiante de troisième cycle en philosophie

Cette ontologie utilise des concepts (étudiant, professeur, cours, département, université) qui sont représentés par des boîtes. Elle utilise également des relations (étudiant suit cours, professeur enseigne cours, cours est offert par département, département appartient à université) qui sont représentées par des flèches. Les axiomes (par exemple, "un étudiant ne peut suivre qu'un seul cours à la fois") sont représentés par des cercles avec des pointillés autour.

Les classes (étudiant de premier cycle, étudiant de deuxième cycle, étudiant de troisième cycle, professeur adjoint, professeur agrégé, professeur titulaire) sont représentées par des boîtes avec des traits en pointillé autour. Les instances (John, Mary, Jane, Bob, Alice, Tom) sont représentées par des boîtes avec des traits pleins autour. Les sous-classes (étudiant de premier cycle est une sous-classe de étudiant, étudiant de deuxième cycle est une sous-classe de étudiant, étudiant de troisième cycle est une sous-classe de étudiant, etc.) sont représentées par des flèches pointant vers les super-classes.

Les propriétés (nom, âge, domaine de spécialisation) sont représentées par des flèches avec des traits en pointillé et des étiquettes. Les valeurs de propriété (par exemple, John (nom), 22 (âge)) sont représentées par des boîtes avec des traits en pointillé et des étiquettes. Les ontologies liées (ontologie de la biologie, ontologie de l'informatique, ontologie de la philosophie) sont représentées par des boîtes avec des traits en pointillé et des étiquettes. Enfin, les annotations (par exemple, "John est un étudiant de premier cycle en informatique") sont représentées par des boîtes avec des traits en pointillé et des étiquettes.

Cette ontologie universitaire représente les connaissances sur les étudiants, les professeurs, les cours et les départements d'une université. Elle utilise des concepts, des relations, des axiomes, des classes et des instances pour modéliser ces connaissances de manière explicite et structurée. Elle utilise également des sous-classes et des super-classes pour représenter les relations hiérarchiques entre les classes de l'ontologie, ainsi que des propriétés et des valeurs de propriété pour décrire les caractéristiques des concepts et des instances de l'ontologie.



**Figure I : Représentation d'une Ontologie universitaire**

En utilisant cette ontologie, il est possible de représenter de manière formelle et structurée les connaissances sur les étudiants, les professeurs, les cours et les départements de l'université, ce qui peut être utile pour améliorer la communication entre les différents agents d'un système intelligent ou pour créer un système de gestion de connaissances efficace. En outre, cette ontologie peut être liée à d'autres ontologies, comme l'ontologie de la biologie, de l'informatique ou de la philosophie, pour compléter ou enrichir ses connaissances. Enfin, elle peut utiliser des annotations pour ajouter des détails ou des précisions sur les éléments de l'ontologie.

Il est important de noter que cet exemple d'ontologie universitaire est simplifié et qu'une ontologie réelle serait plus détaillée et complexe. Elle pourrait inclure d'autres concepts, relations, axiomes, classes, instances, sous-classes, super-classes, propriétés et valeurs de propriété, ainsi que d'autres éléments selon les besoins et les objectifs de l'ontologie. De même, le cycle de vie de cette ontologie comprendrait plusieurs étapes, comme la définition du domaine de connaissances, la collecte de données, la construction de l'ontologie, la validation de l'ontologie et l'utilisation de l'ontologie.

## Conclusion

Les ontologies sont une technique de représentation des connaissances largement utilisée en intelligence artificielle et dans d'autres domaines. Elles permettent de modéliser et de structurer les connaissances de manière explicite et formelle, ce qui facilite leur gestion et leur utilisation par les systèmes intelligents. En utilisant des ontologies, il est possible de créer des systèmes de gestion de connaissances efficaces et de faciliter la communication entre les différents agents d'un système intelligent.

Il existe plusieurs façons de classer les ontologies selon leur objet de conceptualisation, leur niveau de granularité ou leur niveau de formalisation utilisé. Les ontologies peuvent être de domaine, de tâche ou de métadonnées, selon leur objet de conceptualisation. Elles peuvent être fines ou larges selon leur niveau de granularité, et formelles ou informelles selon leur niveau de formalisation utilisé.

Il existe également plusieurs méthodes et méthodologies de construction d'ontologie, telles que la méthode d'ingénierie des ontologies, la méthode de développement collaboratif des ontologies et la méthode de développement basée sur les données. Le processus de développement d'une ontologie comprend généralement les étapes suivantes : définition du domaine de connaissances, collecte de données, construction de l'ontologie, validation de l'ontologie et utilisation de l'ontologie.

Les ontologies sont utilisées dans de nombreux domaines, tels que l'intelligence artificielle, la gestion de connaissances, la biologie, la médecine et l'informatique. Elles permettent de représenter les connaissances de manière explicite et structurée, ce qui peut être utile pour améliorer la communication entre les différents agents d'un système intelligent, pour créer des systèmes de gestion de connaissances efficaces ou pour faciliter l'analyse de données complexes.