

# Représentation des connaissances et raisonnement

## Introduction

---

**Elise Bonzon**, Jean-Guy Mailly, Julien Rossit  
`elise.bonzon@u-paris.fr`

LIPADE - Université Paris Cité  
<http://helios.mi.parisdescartes.fr/~bonzon/>

1. Organisation du cours
2. Connaissance
3. Représentation
4. Raisonnement
5. Représentation des connaissances et raisonnement

# Organisation du cours

---

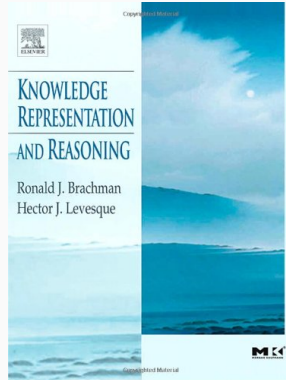
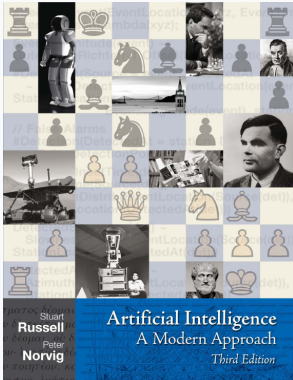
# Organisation du cours

- 3h de cours/TD par semaine, sur 10 semaines
- Semaines 1 ; 3 à 5 : Elise Bonzon, [introduction et logique](#)
  - *Pas de cours ni de TD de RCR la semaine du 19/09*
- Semaines 6 à 8 : Julien Rossit, [planification](#)
- Semaines 9 à 11 : Jean-Guy Mailly, [argumentation](#)
- Les transparents de cours et les sujets de TD et TP seront disponibles sur Moodle
- Les informations importantes sur le cours seront également affichées à cet endroit : allez vérifier fréquemment !

- $CC_1$  : Partie logique  
→ examen sur table la semaine du 24/10
- $CC_2$  : Partie planification  
→ modalités de contrôle à voir avec Mr Rossit
- $CC_3$  : Partie argumentation  
→ modalités de contrôle à voir avec Mr Mailly
- $EF$  : examen sur table, 2h, pendant la semaine d'examens  
⇒ sur tout le programme du semestre
- Note finale =  $CC_1 * 0.2 + CC_2 * 0.2 + CC_3 * 0.2 + EF * 0.4$

- Ce premier cours est (un peu) interactif
- Plate-forme Wooclap
- Gardez vos téléphones allumés !

## Bibliographie partielle



Stuart J. Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence : A Modern Approach*.  
Prentice Hall.

Ronald J. Brachman and Hector J. Levesque. *Knowledge Representation and Reasoning*. Morgan Kaufmann.

# Connaissance

---



Qu'est ce que la connaissance ?

## Qu'est ce que la connaissance ?

- Question posée par les philosophes, depuis la Grèce antique, et qui n'est pas encore complètement démystifiée

## Qu'est ce que la connaissance ?

- Question posée par les philosophes, depuis la Grèce antique, et qui n'est pas encore complètement démystifiée
- Question plus simple : comment en parle-t'on ?
  - « Paul *sait que* ... », « Paul *connait* ... »
  - Lien entre un « connaisseur » et une **proposition**, exprimée par un **énoncé déclaratif**

## Qu'est ce que la connaissance ?

- Question posée par les philosophes, depuis la Grèce antique, et qui n'est pas encore complètement démystifiée
- Question plus simple : comment en parle-t'on ?
  - « Paul *sait que* ... », « Paul *connait* ... »
  - Lien entre un « connaisseur » et une **proposition**, exprimée par un **énoncé déclaratif**
- Les informations sont omniprésentes dans nos esprits, et nos raisonnements
- Nous stockons et traitons des masses d'information
- On maintient une **base de connaissances** d'informations que l'on considère comme étant *vraies* dans le monde actuel

# Types de connaissances

Connaissances **déclaratives** : propriétés sur le monde

Déclaratif signifie descriptif.

Connaître quoi, qui, comment, quand...

# Types de connaissances

## Connaissances **déclaratives** : propriétés sur le monde

Déclaratif signifie descriptif.

Connaître quoi, qui, comment, quand...

## Connaissances **procédurales** : **procédures** que nous pouvons exécuter sans raisonner

Parler, manger, comprendre ce qu'on nous dit...

Connaissances sensorimotrices : savoir faire du vélo, nager...

# Types de connaissances

## Connaissances **déclaratives** : propriétés sur le monde

Déclaratif signifie descriptif.

Connaître quoi, qui, comment, quand...

## Connaissances **procédurales** : **procédures** que nous pouvons exécuter sans raisonner

Parler, manger, comprendre ce qu'on nous dit...

Connaissances sensorimotrices : savoir faire du vélo, nager...

Autres types de connaissances :

- Connaissances **révisables** : connaissance qui n'est pas universellement vraie
  - Par exemple, les oiseaux peuvent voler
- Connaissances **probabilistes**
  - Par exemple, il y a de fortes chances qu'il fasse froid demain
- Connaissances **floues**
  - Par exemple, il fait beau

# Types de connaissances

- Les humains stockent également des informations qui ne sont pas toutes considérées comme *vraies* dans le monde :
  - Des **connaissances**. Par exemple, *Le réchauffement climatique a un impact sur la fonte de la banquise*
  - Des **croyances**. Par exemple, *Le réchauffement climatique va mener à l'extinction de l'humanité*
  - Des **objectifs**. Par exemple, *J'obtiendrai mon master avec mention*
  - Des **espoirs**. Par exemple, *Tous les étudiants vont réussir cette UE*
  - Des **croyances sur des croyances**. Par exemple, *Au moyen âge, les gens pensaient que la Terre était plate*
  - Des **promesses**, des **obligations**...
- Toutes ces informations sont appelées **attitudes propositionnelles**



# Attitudes propositionnelles

## Attitude propositionnelle

Une **attitude propositionnelle** est une relation entre un agent et des propositions

- Dénnotée par des verbes comme *connaître, espérer, regretter, avoir peur, douter...*
- Dans tous les cas, ce qui importe c'est la **vérité** de la proposition

# Attitudes propositionnelles

## Attitude propositionnelle

Une **attitude propositionnelle** est une relation entre un agent et des propositions

- Dénotée par des verbes comme *connaître*, *espérer*, *regretter*, *avoir peur*, *douter*...
  - Dans tous les cas, ce qui importe c'est la **vérité** de la proposition
- 
- La notion de **croyance** est liée à celle de **connaissance**
    - Les énoncés « Paul *croit* p » et « Paul *connaît* p » sont liés
    - Le verbe « croire » peut être utilisé si *je* pense que la vision de Paul est erronée, ou si *je* pense que Paul n'est pas absolument convaincu
    - Un ensemble d'attitudes propositionnelles peut être utilisé dans ce contexte : « Paul est *absolument certain* que p », « Paul est *convaincu* que p », « Paul *pense* que p »...
  - Ici, on ne fait **pas de distinction** entre ces possibilités
  - Considérer le monde comme étant d'une façon, et pas d'une autre

Comment on peut « bâtir » un programme d'IA ?

- **Déterminer la tâche** : quelle est la tâche intelligente que vous voulez que le système réalise ?
- **Déterminer la connaissance** : quelle est la connaissance nécessaire pour que la tâche puisse être réalisée ?
- **Déterminer la représentation** : comment coder cette connaissance ?
- **Déterminer la mémoire** : comment le système pourra-t'il déterminer quelle partie de sa connaissance utiliser en fonction de ses besoins ?
- **Déterminer le processus de contrôle** : comment le système utilisera cette connaissance pour réaliser une tâche ?

Comment :

- retrouver une connaissance ?
- reconnaître les co-références et les traiter ? (par exemple « l'enseignant du cours de RCR » et « Elise Bonzon »)
- déduire des nouvelles connaissances ?
- ajouter des connaissances ? (en tenant compte de la non-monotonie, du maintien de la cohérence, ...)

# Problématiques liées à la connaissance

- Le volume de la connaissance nécessaire est souvent grand
- Difficile de caractériser la connaissance avec précision
- Plus le besoin en connaissance est grand, plus il est difficile de :
  - Prévoir toute la connaissance nécessaire
  - Programmer toute la connaissance dès le début
  - Ecrire des algorithmes qui trouveront la partie de la connaissance utile le moment approprié

# Représentation

---

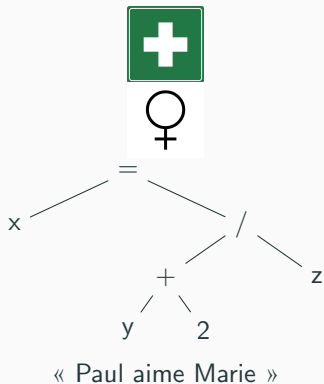
Qu'est ce que la représentation ?

## Qu'est ce que la représentation ?

- Relation entre deux domaines où le premier est destiné à prendre la place du second
- Dire que A « **représente** » B
  - Ne suffit pas pour que ce soit « vrai »
  - Il faut vérifier que si B a un certain effet sur un processus P, A démontre un effet « équivalent » sur un processus « équivalent »
- A n'est cependant pas « équivalent » à B
  - « Une carte n'est pas le territoire »
  - Une carte « représente » le territoire dans le cadre d'un processus de recherche d'un itinéraire (par exemple)



# Exemples de représentation



$\Rightarrow$  Premiers secours

$\Rightarrow$  Femme

$\Rightarrow$   $x = \frac{y+2}{z}$

$\Rightarrow$  La proposition : Paul aime Marie

Représenter, c'est :

- **Approximer**, dans le contexte d'une tâche particulière
- Définir une structure de **symboles** pour décrire une approximation du « monde » (ou **modèle** du monde), dans le contexte d'une tâche particulière
- Il faut ensuite **interpréter** une représentation → **composition** de l'interprétation des différents symboles la constituant

Les langages de représentation sont, naturellement, des langages formels :

- Un **alphabet**, ensemble de **symboles** (pas nécessairement réduit à des caractères)
- Un procédé de **formation des expressions**
- Un ensemble d'**axiomes**
- Des **règles de dérivation** qui, à partir des axiomes, permettent de produire des théorèmes (c'est-à-dire des expressions appartenant au système), et peuvent ensuite s'appliquer aux théorèmes pour en produire d'autres

→ Rôle du **raisonnement**

# Raisonnement

---

Qu'est ce que le raisonnement ?

## Qu'est ce que le raisonnement ?

- En général c'est une **manipulation formelle** de symboles, pour produire de nouvelles représentations
- Par exemple, à partir des énoncés « Paul aime Marie » et « Marie viendra à la soirée », et après un certain nombre de manipulations, il est possible de produire l'énoncé « Quelqu'un que Paul aime viendra à la soirée »
- Nous appellerons cette forme de raisonnement **inférence logique** puisque l'énoncé final représente une conclusion logique des propositions représentées par les énoncés initiaux

- Les inférences permettent de
  - faire des déductions
  - contrôler des déductions
- Quels **types d'informations** peuvent être extraites de quelles formes d'assertions d'une manière **efficace** et **fiable** ?

# Inférences

- Jean est mortel
- Les hommes sont mortels

⇒ Jean est un homme

*correct/pas correct ?*

- Jean est immortel
- Jean est un homme

⇒ Il existe des hommes immortels

*correct/pas correct ?*

- Tout homme est doué de raison
- Jean n'est pas un homme

⇒ Jean n'est pas doué de raison

*correct/pas correct ?*

- Si le loup est là, il nous mangera
- Il n'est pas là

⇒ Il ne nous mangera pas

*correct/pas correct ?*



- Nécessité d'avoir des **critères** permettant de décider si un raisonnement est correct ou non
- Il faut construire un langage abstrait permettant d'exprimer **sans ambiguïté** les assertions désirées

- Nécessité d'avoir des **critères** permettant de décider si un raisonnement est correct ou non
- Il faut construire un langage abstrait permettant d'exprimer **sans ambiguïté** les assertions désirées
- Les structures d'une **représentation des connaissances** doivent avoir un double statut :
  1. Il doit être possible de les interpréter comme **des propositions** sur le monde. Il faut donc que la représentation supporte **une théorie de la vérité**.
  2. Elles doivent avoir un **rôle causal dans le raisonnement**, et donc dans le comportement du système

# **Représentation des connaissances et raisonnement**

---

## Représentation des connaissances et raisonnement

Un **système à base de connaissance** doit :

- sélectionner une **représentation des connaissances adaptée** pour le domaine étudié
- sélectionner des **mécanismes de raisonnement** appropriés à la fois pour chercher des réponses et pour apprendre de nouvelles informations