

# Intelligence Artificielle



Dorra BEN AYED

# Chapitre 4

## Représentation des connaissances et raisonnement





# Introduction

## *L'homme*

- ❖ *a des connaissances*
- ❖ *a une représentation de ces connaissances*

Pour résoudre  
un pb

*La qualité d'un système intelligent est celle de sa base de connaissance BC*

## ❖ Exemple 1:

- ❖ « Robert est allé à Paris »
- ❖  $\Rightarrow$  Pourrait être représentée telle quelle :  $x_1, x_2, \dots, x_n \Rightarrow$  ensemble de listes
- ❖ Inconvénient : une représentation des données mais pas des connaissances.
- ❖ On ne peut pas répondre à : qui est allé à Paris ?
- ❖ Autre représentation : Moyen formel de représentation des connaissances.
  - Action : Aller
  - Agent : Robert
  - Source : ?
  - Destination : Paris
  - Temps : Passé
  - Moyen : ?

## ❖ Exemple 2:

- ❖ « Sami entra dans un restaurant. Il commanda de la viande. Il n'a pas laissé de pourboire. »
- ❖ ⇒ Sami a mangé
- ❖ ⇒ Sami s'est assis
- ❖ ⇒ Sami n'est pas végétarien
- ❖ ⇒ Sami est radin
- ❖ ⇒ Sami a passé un certain temps dans le restaurant
- ❖ ⇒ ...



# Introduction

- ❖ Comment réaliser toutes ces inférences ?
  - Un programme ne peut réaliser toutes les inférences possibles : explosion combinatoire.
  - On ne peut pas réaliser des inférences à la demande.
- ❖ ⇒ Il faut contrôler le raisonnement.

*Dans un système intelligent on a 3 composants*

- *Une **BC***
- *Une partie pour faire les inférences (raisonnement) appelé moteur d'inférence ou interpréteur : **I***
- *Une structure de contrôle pour orienter le raisonnement: **C***

$$\text{SI} = \text{BC} + \text{I} + \text{C}$$



# Définitions

## ❖ **Définition de la connaissance :**

- ❖ Faculté de connaître, manière de comprendre, de percevoir.
- ❖ Connaître : avoir une idée plus ou moins juste, savoir de façon plus ou moins précise.

## ❖ **Définition de la représentation :**

- ❖ Action de rendre sensible quelque chose au moyen d'une figure, d'un symbole, d'un signe.
- ❖ Ex : l'écriture est la représentation de la langue parlée.



# Les types de connaissances

- ❖ On entend par connaissances toutes les formes de savoir de l'homme
  - des faits: des définitions (la terre est ronde)
  - des événements : aspects temporels (x a rencontré y en 1988)
  - des inférences : (s'il tousse ....)
  - des règles de savoir faire (pour sortir du parking il faut ...)
  - des méta connaissances: connaissances sur les connaissances





# Représentation des connaissances

- ❖ Le problème de la représentation des connaissances
  - est celui de leur transcription sous une forme symbolique qui puisse être exploitée par un système de raisonnement (moteur d'inférence).
  
- ❖ Un mode de représentation associe ainsi deux aspects imbriqués :
  - la structure de données pour représenter l'information
  - la méthode associée d'exploitation de cette information ou de raisonnement.



# I dée de base

- ❖ Avoir la connaissance stockée par morceaux dont l'ensemble fournit la connaissance entière et permet de raisonner sur cette connaissance.
  
- ❖ Il y un ensemble de modes de représentation :
  - Logique (logique d'ordre 0, logique d'ordre 1, temporelle, floue, ...)
  - Réseaux sémantiques
  - Règles de production
  - Objets structurés (frames)
  - Approche orientée objet

# Mode de représentation logique Logique des propositions (d'ordre 0)



# Logique des propositions

## Exemple :

❖ Toto vole



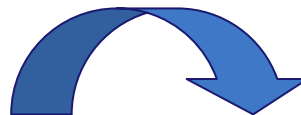
Vole (Toto)

prédicat

argument



❖ Toto est un oiseau



Oiseau (Toto)

prédicat

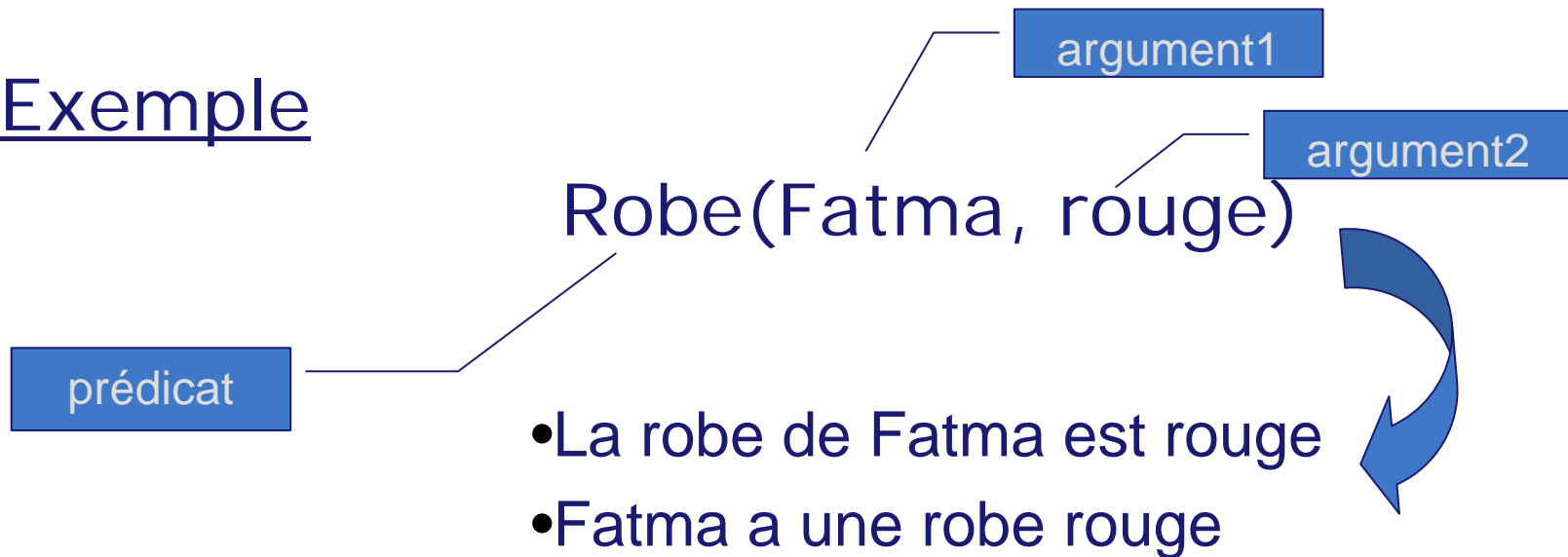
argument

**Proposition vraie**

# Logique des propositions

- ❖ Un prédicat peut avoir plusieurs arguments

## Exemple





# Logique des propositions

- ❖ Déduction mathématique : déduire de nouvelles connaissances des anciennes.
- ❖ Le calcul des propositions se définit :
  - d'une part par sa syntaxe régissant l'ensemble des assertions exprimables dans le langage
  - et d'autre part par ses règles d'inférence décrivant comment on peut créer de nouvelles assertions à partir des anciennes.

## Syntaxe

- Une **proposition** : vrai, faux
- **Variables propositionnelles** ou **atome** (affirmation) : P, Q, R, A1, A2, etc.
- **Connecteurs** (pour représenter des propositions plus complexes) :
  - ET :  $\wedge$
  - OU :  $\vee$
  - NON :  $\neg$
  - Implique :  $\rightarrow$
  - Equivalent :  $\leftrightarrow$

### Exemples :

$$(P \rightarrow Q) \leftrightarrow (\neg P \vee Q)$$

$$(\neg P \vee (Q \wedge R)) \rightarrow S$$



# Logique des propositions

- ❖ P : tous les grecs sont mortels
- ❖ Q : Socrate est grec
- ❖ donc Socrate est mortel : R

$(P \wedge Q) \rightarrow R$       FBF (Forme Bien Formée)

## Alphabet du langage :

- ❖ Ensemble des atomes  $\{A, \dots, A_n\}$  + ensemble des connecteurs  $\{\wedge, \dots, \rightarrow\}$  +  $\{(, )\}$



# Définition récursive d'une FBF

## ❖ FBF

- 1. Un atome est une FBF
- 2. Si  $G$  est une FBF alors  $\neg G$  est une FBF
- 3. Si  $G$  et  $H$  sont des FBF alors  $(G \vee H)$ ,  $(G \wedge H)$ ,  $(G \rightarrow H)$  et  $(G \leftrightarrow H)$  sont des FBF
- Toutes les FBF sont construites à partir de 1, 2 et 3.

❖ Une interprétation  $I$  est une certaine combinaison des atomes  $A_1, A_2, \dots, A_n$  d'une formule  $G$ .

Une formule est vraie ou fausse dans une interprétation  $I$ .

❖ Une formule est **valide** : si pour toute  $I$ , une FBF est vraie (sinon, elle est invalide)



# Insuffisance de la logique (d'ordre 0)

❖ Si on veut déduire des propositions pour des ensembles d'éléments ???

❖ Exemple :

? exprimer que tous les oiseaux volent

❖  $\text{Vole}(\text{oiseau } 1), \text{Vole}(\text{oiseau } 2), \dots, \text{Vole}(\text{oiseau } n)$

? exprimer que certains oiseaux ne volent pas

.... (on ne peut pas)

# Mode de représentation logique

## Logique des prédicats

### (d'ordre 1)





# la logique (d'ordre 1)

- ❖ C'est la logique des propositions d'ordre 0 à laquelle on ajoute:
  - Le quantificateur universel ( $\forall$ )
  - Le quantificateur existentiel ( $\exists$ )

Exemple :

? exprimer que tous les oiseaux volent

❖  $\forall x \text{ oiseau}(x) \rightarrow \text{Vole}(x)$

? exprimer que certains oiseaux ne volent pas

❖  $\exists x \text{ oiseau}(x) \wedge \neg \text{Vole}(x)$

# Syntaxe

- ❖ Pour écrire des formules de logique des prédicats, on commence par se donner un vocabulaire:
  - variables ( $x, y, z, x_1, y_1, z_1, \dots$ )
  - constantes ( $a, b, c, a_1, b_1, c_1, \dots$ )
  - fonctions ( $f, g, h, f_1, g_1, h_1, \dots$ )
  - prédicats ( $P, Q, R, P_1, Q_1, R_1, \dots$ )
  - parenthèses
  - connecteurs logiques:  $\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$
  - quantificateurs:  $\forall, \exists$



# Exercice

Mettre sous forme de formules les propositions suivantes :

- S1. Pour tout crime, il ya quelqu'un qui l'a commis*
- S2. Seul les gens malhonnêtes commettent des crimes*
- S3. Ne sont arrêtés que les gens malhonnêtes*
- S4. Les gens malhonnêtes arrêtés ne commettent pas de crime*
- S5. Il y a que des crimes*
- S6. Il y a des gens malhonnêtes non arrêtés*

# Correction

Mettre sous forme de formules les propositions suivantes :

- ❖ *S1. Pour tout crime, il ya quelqu'un qui l'a commis*

**C(X) : X est un crime**

**Commètre(Y, X) : Y a Commis X**

**$(\forall X), C(X) \rightarrow (\exists Y) \text{Commètre}(Y,X)$**

- ❖ *S2. Seul les gens malhonnêtes commettent des crimes*

**M(Y) : Y est malhonnête**

**$(\forall X) (\forall Y) C(X) \wedge \text{Commètre}(Y,X) \rightarrow M(Y)$**

- ❖ *S3. Ne sont arrêtés que les gens malhonnêtes  
(tout objet/ si l'objet est arrêté alors cet objet est malhonnête)*

**A(X) : X est arrêté**

**$(\forall X) A(X) \rightarrow M(X)$**

# Correction suite

- ❖ *S4. Les gens malhonnêtes arrêtés ne commettent pas de crime (pour toute personne malhonnête et arrêté, il n'existe pas de crime commis par elle)*

**C(X) : X est un crime**

**Commètre(Y, X) : Y a Commis X**

**M(Y) : Y est malhonnête**

**A(X) : X est arrêté**

$(\forall X) M(X) \wedge A(X) \rightarrow \neg (\exists Y) (C(Y) \wedge \text{Commètre}(X,Y))$

- ❖ *S5. Il y a que des crimes*

$(\forall X) C(X)$

- ❖ *S6. Il y a des gens malhonnêtes non arrêtés*

$(\exists X) M(X) \wedge \neg A(X)$





# Raisonnement en logique des prédicats

- ❖ Raisonner en logique  $\rightarrow$  démontrer des nouvelles formules à partir d'un ensemble de formules existantes.
- ❖ Règles ??

# Règles d'inférence

Règles d'inférence (règles de dérivation) : **opérateur d'inférence**  $\mid =$

– **Modus ponens** (*implication - élimination*)

- Si  $A$  et  $(A \Rightarrow B)$  alors on déduit  $B$
- On note  $\{A, A \Rightarrow B\} \mid = B$

– **Modus tollens**

- Si  $\neg B$  et  $(A \Rightarrow B)$  alors on déduit  $\neg A$
- On note  $\{\neg B, A \Rightarrow B\} \mid = \neg A$

– **Enchaînement**

- Si  $A \Rightarrow B$  et  $B \Rightarrow C$  alors on déduit  $A \Rightarrow C$
- On note  $\{A \Rightarrow B, B \Rightarrow C\} \mid = A \Rightarrow C$

alors

# Règles d'inférence

## - *Unification et filtrage*

### Exemple

- Si Français(jean) et Français(y)  $\rightarrow$  Région(y, Europe)  
d'après

Modus  
Ponens

↓  
Région(jean, Europe)  
Avec substitution de jean à la variable y

### - *Modus ponens (implication - élimination)*

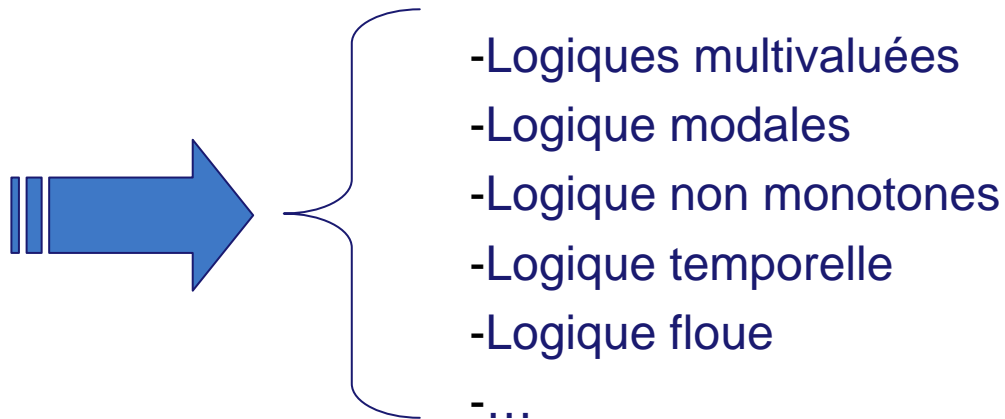
- Si A et  $(A \Rightarrow B)$  alors on déduit B
- On note  $\{A, A \Rightarrow B\} \models B$

## - *Spécification universelle*

- $\forall (x) P(x)$  alors  $P(a)$

# Inconvénients

- ❖ Logique des prédicats du 1<sup>er</sup> ordre (V ou F)
    - Ne permet pas d'exprimer des nuances
    - Ne permet pas de décider avec des informations manquantes
- Contrairement à l'homme qui fait des raisonnements par défauts



# Mode de représentation Réseaux Sémantiques





# Les Réseaux sémantiques

- ❖ Les réseaux sémantiques sont une manière de représenter des relations entre des objets (nœuds). C'est un graphe étiqueté
- ❖ Les nœuds (objets) sont reliés entre eux et les liens ont une signification.
- ❖ Les liens sont orientés car la relation n'est pas symétrique.

Exemple :

- ❖ la pomme a une couleur rouge
- ❖ un canari est une sorte d'oiseau
- ❖ une pompe centrifuge est une sorte de pompe
- ❖ la pompe P1 est une pompe
- ❖ la pompe a un moteur

NB: Certains liens reviennent très souvent dans les réseaux

# Représentation

## ❖ Type de lien :

- est un (**IS a**)

(est un exemple de, est une instance, est un élément de)

- est une sorte de (**kind of**)

(est une sous-classe de, est un sous-ensemble de )

- a un (attribut)

## ❖ Symbolique :





# Exercice

Représenter par un réseau sémantique les connaissances suivantes:

- Karim est secrétaire et travaille pour Ahmed;
- karim et Ahmed sont des humains;
- karim et Ahmed travaillent au département RH;
- karim a 30 ans et a les yeux bleus;
- Ahmed est directeur;
- Les directeurs ont des voitures de service;
- Les employés ont un permis de stationnement





# Exercice

Représenter par un réseau sémantique chaque connaissance indépendamment  
(vous pouvez enrichir les connaissances )

1. Ali a frappé salah
2. Ali a frappé salah et mohamed a frappé ramy
3. Ali a frappé salah avec un bâton dans le parc la nuit dernière
4. Sonia a donné à alia un livre

# Question?

