

CHAPITRE III

Représentation des connaissances



INTRODUCTION

La représentation des connaissances est un problème centrale en IA car :

- La résolution d'un problème dépend fortement de la manière de représentation des connaissances relatives aux problèmes posés.

Il existe différents formalismes de représentation des connaissances :

- Logique des propositions, prédicats, règles de production, frames, scripts, objets, réseaux sémantiques, ontologies, ..

Niveaux de représentation

La représentation des connaissances comprend 4 niveaux différents :

1. Niveau lexical : ensemble des symboles permis dans la représentation des objets et relations du domaine d'expertise.

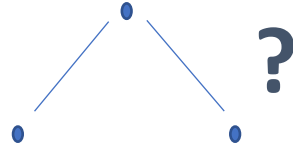
Exemple : Nœuds, Arcs, ..

2. Niveau syntaxique (structurel): détermine les contraintes d'arrangement des symboles de la représentation.

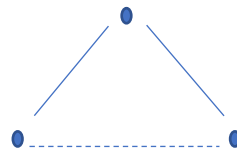
Exemple : A diagram showing a single blue node at the top, with two blue lines (arcs) extending downwards and outwards from it, forming a simple inverted 'V' shape.

Niveaux de représentation

3. Niveau sémantique : concerne le sens associé aux descriptions formelles.



4. Niveau procédural: détermine les mécanismes de création et de mise à jour des informations.



Éléments à représenter

Les éléments intervenant dans le domaine d'expertise sont :

- Les objets concrets : table, chaise, ..
- Les objets abstraits : La peur, l'amitié, ..
- Les objets élémentaires ou composés : Mohamed, Etudiant,
- Les relations entre objets : exprimées par des fonctions et des prédicats: $f(x,y)$, $p(x)$

Exemple : Etudiant(Ali)

Situation(Ali,Etudiant)

Logique des propositions (Ordre 0)

- On s'intéresse aux phrases déclaratives, aux assertions qui peuvent être **vraies** ou **fausses**.
- Une proposition est une déclaration ou un jugement:
Exemple : il y a un incendie, l'accusé est coupable, ..

La logique des propositions ne s'intéresse pas au contenu des proposition mais à leurs valeurs de vérité (vrai ou faux).

Logique des propositions (Ordre 0)

Limitations

- La logique des propositions a certaines insuffisances, elle ne permet pas d'exprimer le contenu de certaines phrases du langage.

Par exemple : « tous les hommes sont mortels ».

- Elle est trop limitée pour une utilisation pratique en T.A.L.
 - ✓ **Néanmoins, la LP (ordre 0) est un système de base ou noyau pour toutes les autres logiques telles que la logique des prédicats .**

Définition

- La logique des prédicats se distingue de la logique des propositions par l'adjonction des mécanismes importants, qui permettent de briser les propositions et d'en représenter le contenu.
- Le calcul des prédicats est un langage formel qui permet la formalisation de diverses expressions.

Logique des prédicats (ordre 1)

Exemple

- Tous les chiens sont des animaux $\equiv \forall x \text{ Chien}(x) \Rightarrow \text{Animal}(x)$
- Tous les animaux vont mourir $\equiv \forall x \text{ Animal}(x) \Rightarrow \text{Mourir}(x)$
- Fido est un chien $\equiv \text{Chien}(\text{Fido})$

Déductions :

Fido est un animal $\equiv \text{Animal}(\text{Fido})$

Fido va mourir $\equiv \text{Mourir}(\text{Fido})$

Définition

- Chaque règle est un morceau indépendant de connaissance.

Si condition **Alors** Action

Exemple :

Si la voiture ne démarre pas et les fars ne s'allument pas **Alors** il existe une évidence fortement suggestive (0.9) que la batterie soit en cause.

- Utilisation des coefficients de vraisemblance pour exprimer le degré de confiance accordé à la règle.

Systeme de production en IA

Un système de règles de production est basé sur un ensemble de règles de comportement. Ces règles sont une représentation de base utile dans les systèmes experts, la planification automatisée et la sélection d'actions.

Composants d'un système de production :

- **Base de données globale** : Structure de donnée centrale utilisée par le système
- **Ensemble de règles** : Chaque règle a une condition préalable qui peut être satisfaite ou non. Si oui, la règle sera appliquée.
- **Systeme de controle** : Choisit les règles applicables et arrête lorsque une condition de terminaison est satisfaite. Si plusieurs règles applicables, il doit résoudre le conflit.

Règles d'inférence d'un Système de production

Deux catégories de règles :

- **Règles d'inférence déductives** : Faits \rightarrow Buts
- **Règles d'inférence abductives** : Buts \rightarrow Faits

Les règles de production sont également appelées paires condition-action, antécédent-conséquent, modèle-action, situation-réponse, rétroaction-résultat.

Définition

Ce formalisme représente la connaissances sous forme de réseaux :

- Les nœuds traduisent les concepts (entités, individus, situations,...).
- Les arcs reliant ces nœuds expriment les relations qui peuvent exister entre ces nœuds.

Niveaux de représentation

- **Niveau lexical** : Nœuds, Arcs, Etiquettes sur les arcs
- **Niveau structurel** : Un nœud est représenté par un rectangle ou cercle, et un arc relie un nœud source à un nœud cible.
- **Niveau sémantique** : l'interprétation dépend de l'application en question.
- **Niveau procédural** : définition des mécanismes de création et de mise à jour.

Les relations dans les RS

Les RS utilisent généralement 02 relations particulières (notion d'héritage):

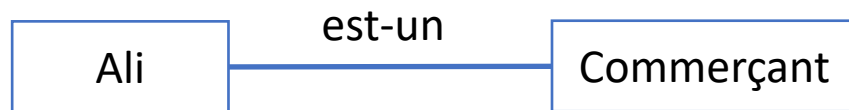
- 1. La relation « est-un »:** exprime l'appartenance entre un individu et une classe.
- 2. La relation « sorte-de » :** exprime l'inclusion entre deux classes.

* On peut utiliser d'autres relations

Les relations dans les RS

Exemples

- Ali est un commerçant



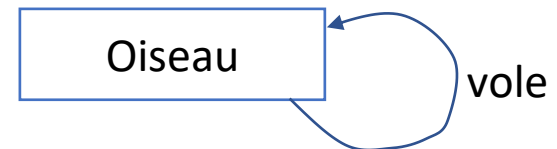
- Les oiseaux possèdent des ailes



- Un commerçant est un travailleur



- L'oiseau vole



Construction d'un RS

- Le RS permet de représenter tout un discours.
- Pour construire un RS il faut décortiquer le discours en une suite de **propositions atomiques**.

Exemple de discours :

Un commerçant est un travailleur, un travailleur est une personne. Un commerçant possède un registre de commerce et une autorisation d'activité. Ali et Mustapha sont deux commerçants, Ali est vieux et Mustapha est jeune.

Construction d'un RS

Propositions atomiques:

commerçant sorte de travailleur

travailleur sorte de personne

commerçant possession registre de commerce

commerçant autorisation activité

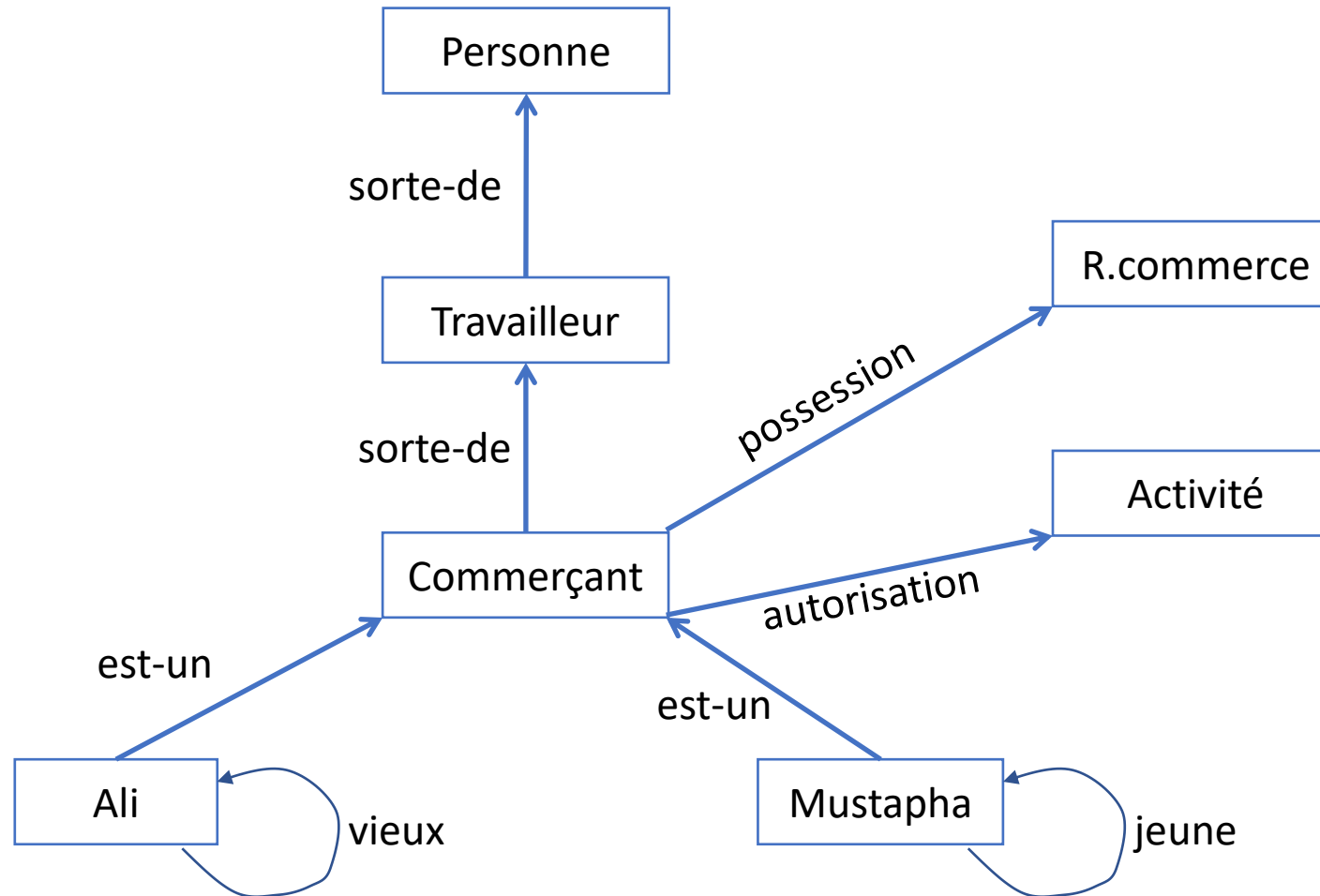
Ali est un commerçant

Mustapha est un commerçant

Ali est vieux

Mustapha est jeune

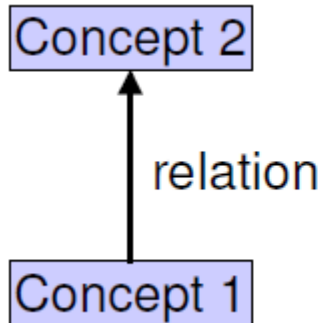
Construction d'un RS



Les réseaux sémantiques

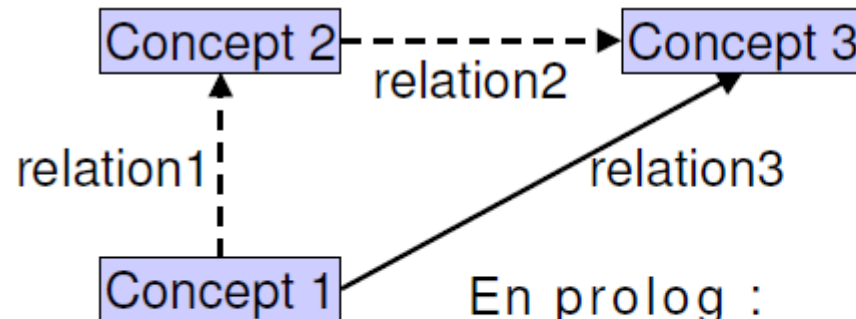
Prolog

- Relation entre concepts



En prolog :
`relation(concept1, concept2).`

- Déduction (Inférence) par réseau auxiliaire



En prolog :
`relation3(Concept1, Concept3) :-
relation1(Concept1, Concept2),
relation2(Concept2, Concept3).`

Relations conditionnelles

La conditionnelle est de la forme :

Si $P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n$ Alors Q

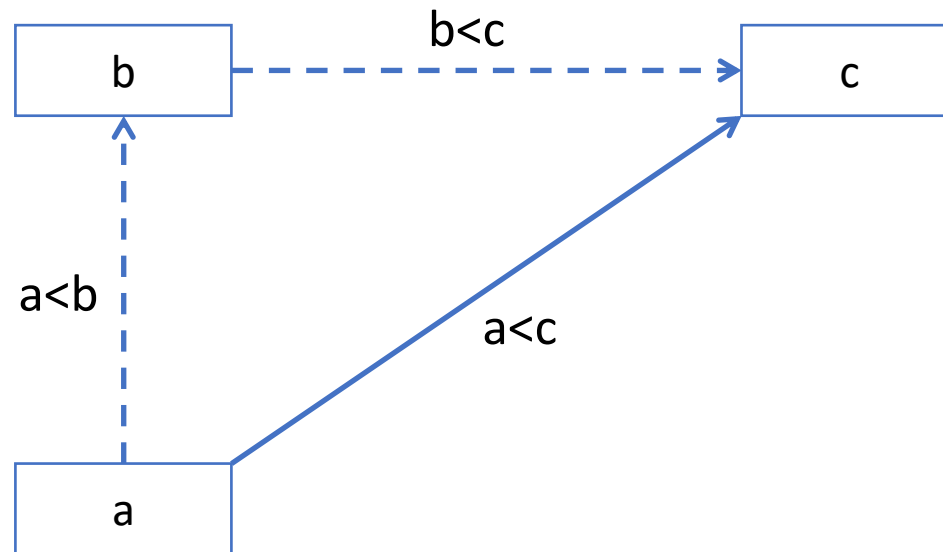
Où les P_i sont des propositions atomiques

$P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n$ Alors Q

Antécédent Conséquent

Relations conditionnelles

Si $a < b$ et $b < c$ alors $a < c$



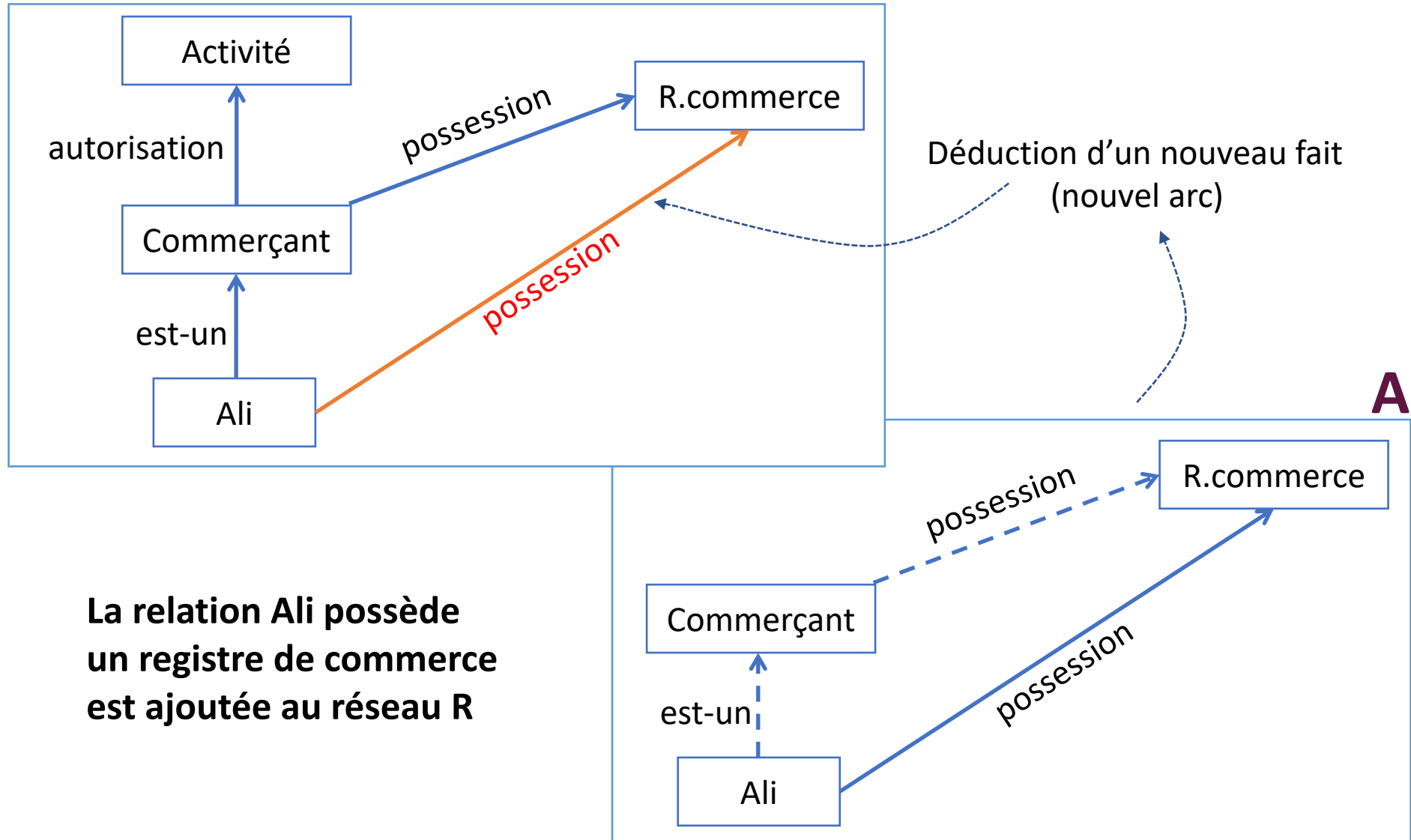
Réseaux auxiliaires

- Le R.A est le réseau qui correspond à une proposition conditionnelle.
- Les R.A permettent la déduction de nouveaux faits.
- Soit un réseau **R** et un réseau auxiliaire **A** dont les nœuds et les arcs en pointillés constituent un sous **réseau identifiable** à un sous réseau de **R**.
- On dit alors que **A** permet de déduire dans **R** un **arc identifiable** à l'arc en trait continu de **A**.

Les réseaux sémantiques

Réseaux auxiliaires

R



La relation Ali possède un registre de commerce est ajoutée au réseau R

Variables et unification

- Les variables ne sont pas utilisées pour représenter les prédicats.
- Elles dotent le R.S d'un caractère de généralité.

Exemple 1 :

x est un commerçant



Alors le **x** peut être remplacé par **Ali** ou **Mustapha**

Exemple 2 :



x :Travailleur
x: Commerçant

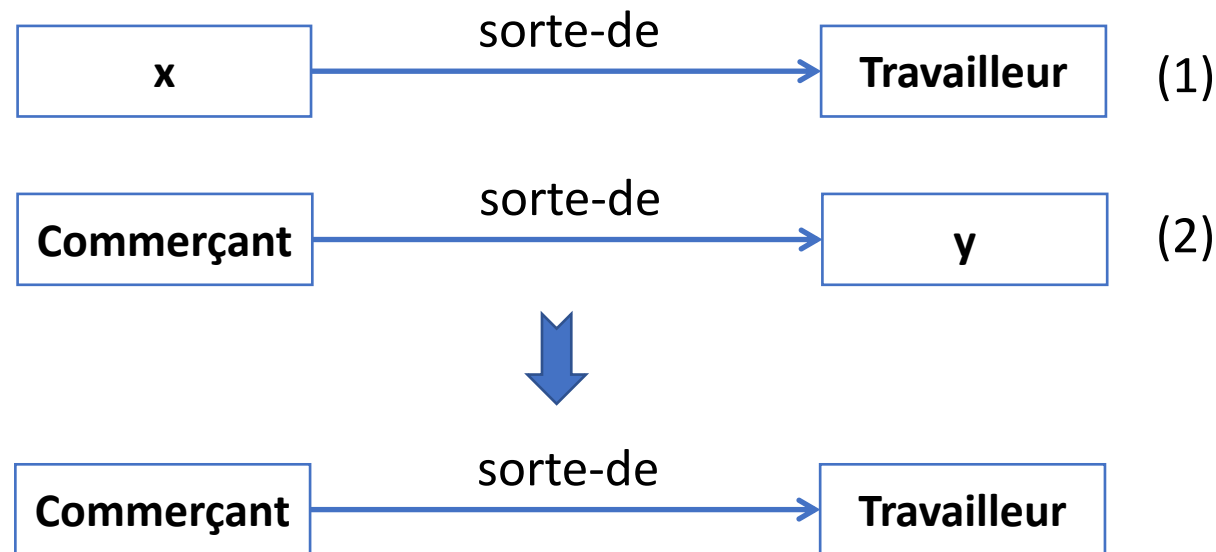
y:Personne
y:Travailleur

Variables et unification

Règle

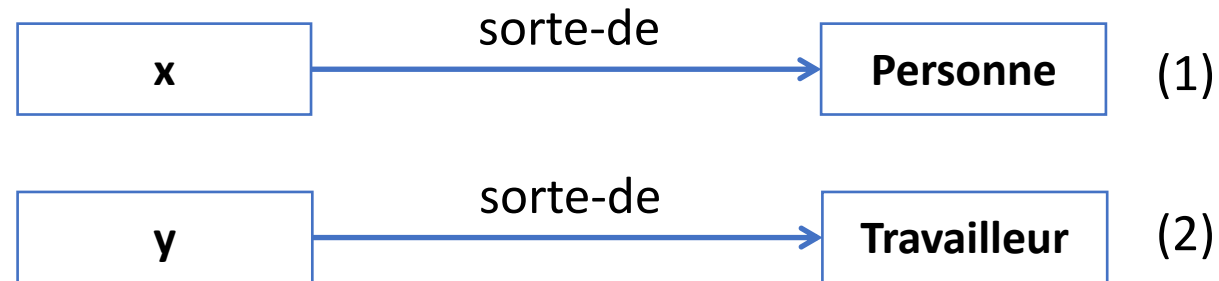
- Deux arcs sont dits **unifiables** s'ils peuvent s'instancier en un même arc.
- L'unification permet la réalisation de déductions à l'intérieur des R.S

Exemple 1



Variables et unification

Exemple 2

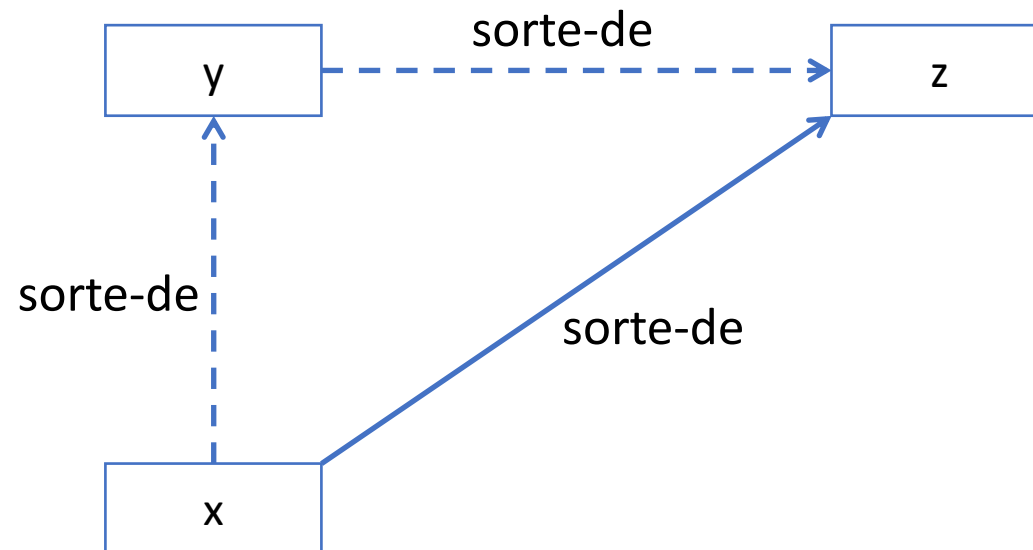


(1) et (2) ne sont pas unifiables car **Personne** et **Travailleur** ne sont pas unifiables.

- On ne peut pas unifier deux constantes

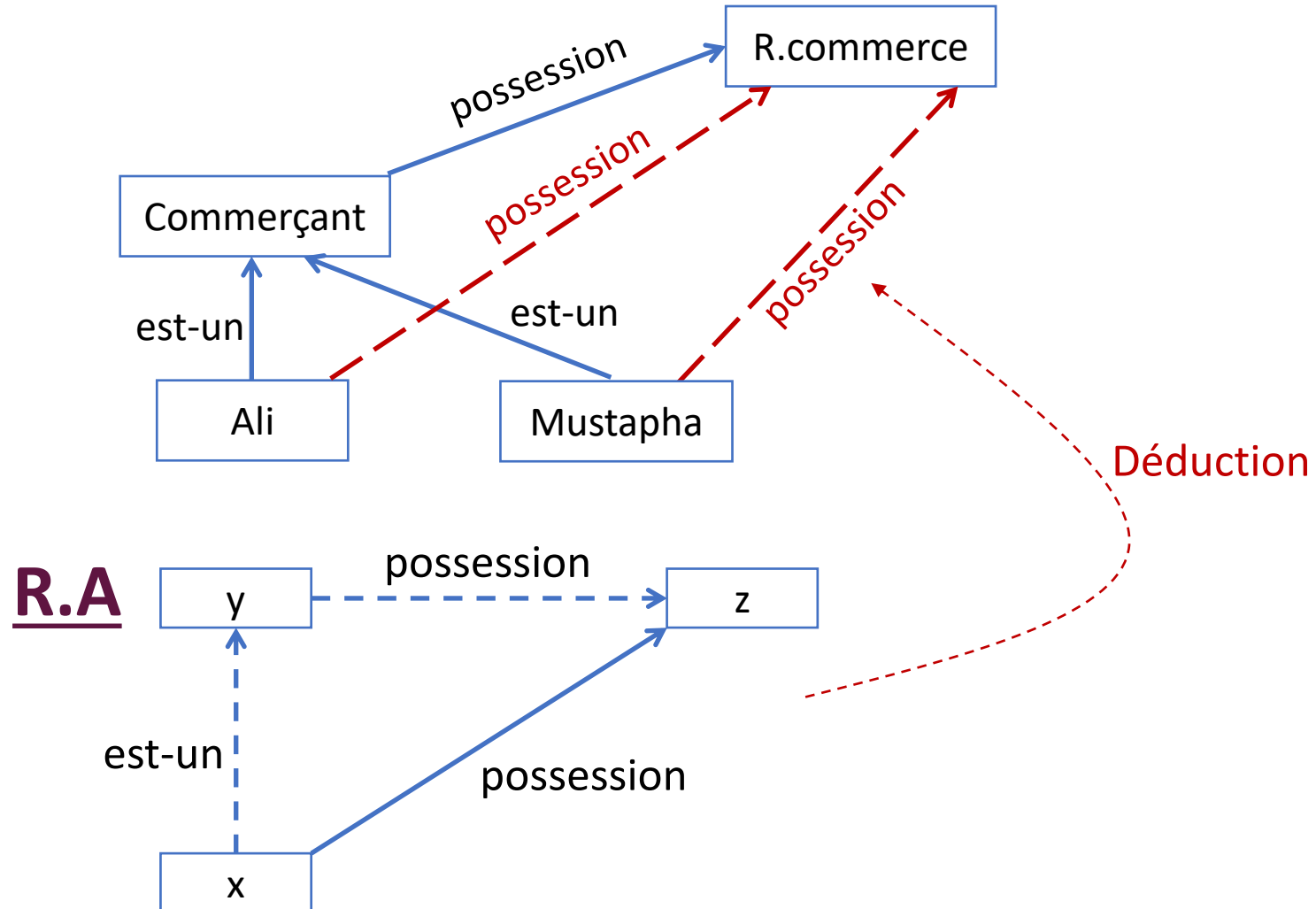
Déduction par application des R.A

- Le principe est d'appliquer successivement dans le bon ordre plusieurs réseaux auxiliaires sur le réseau sémantique.



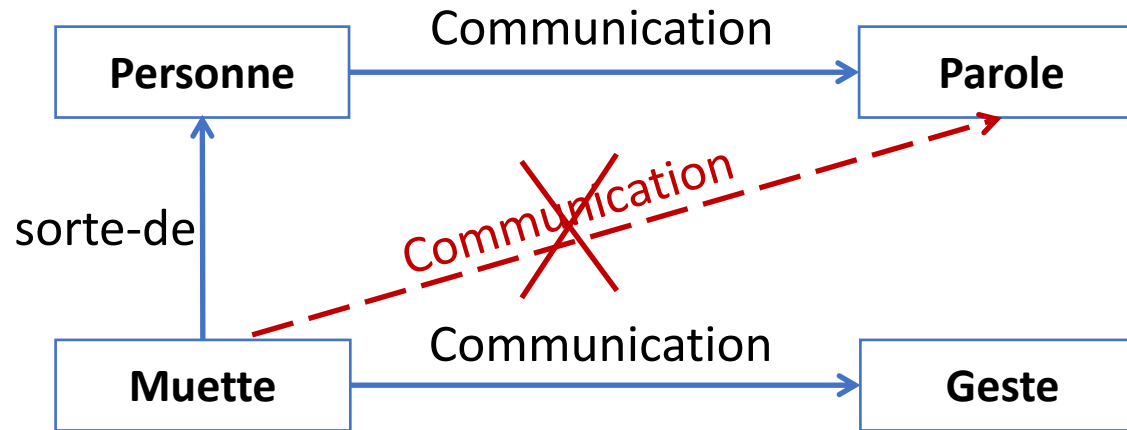
Déduction par application des R.A

Exemple 1 : Qui a un registre de commerce ?



Déduction par application des R.A

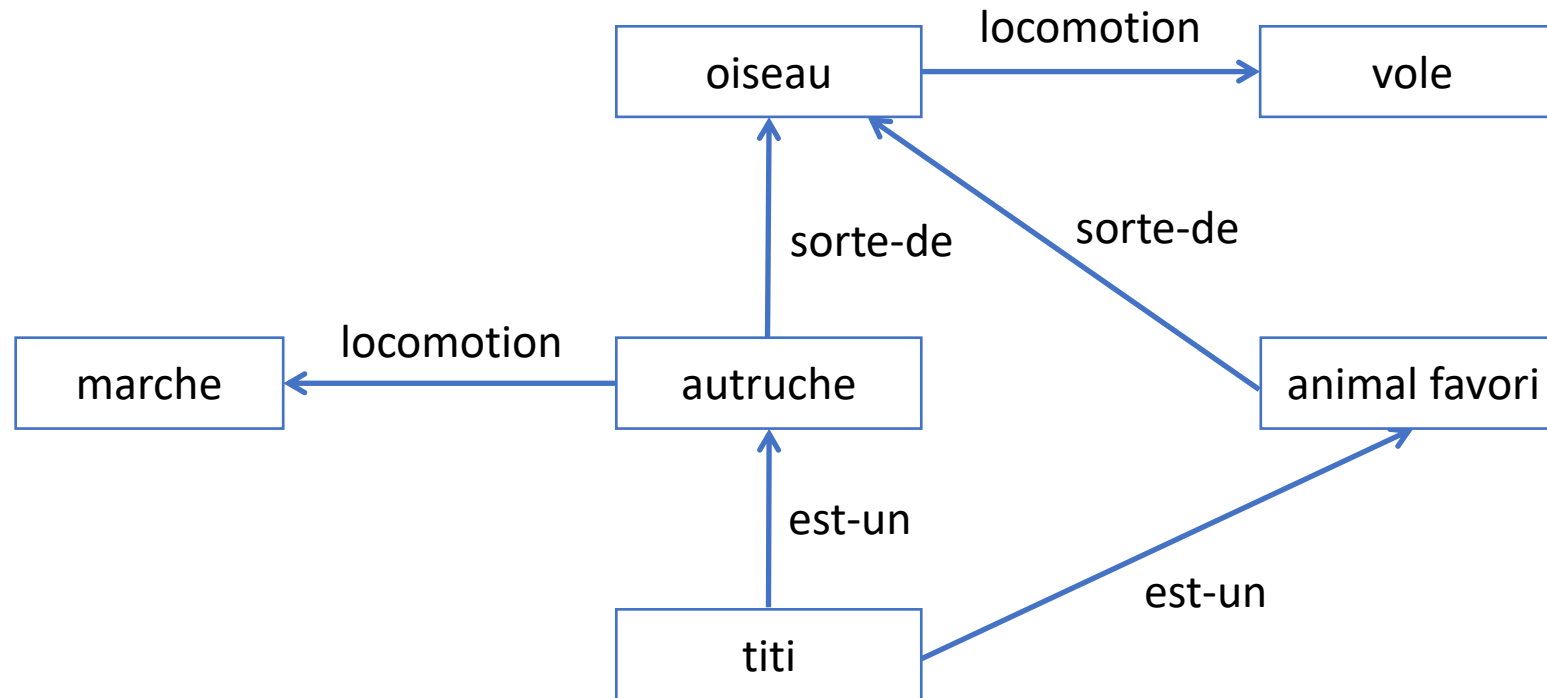
Exemple 2



- La propriété sur l'arc est attachée aux objets et non à la classe

Les réseaux sémantiques

Traitement des conflits d'héritage



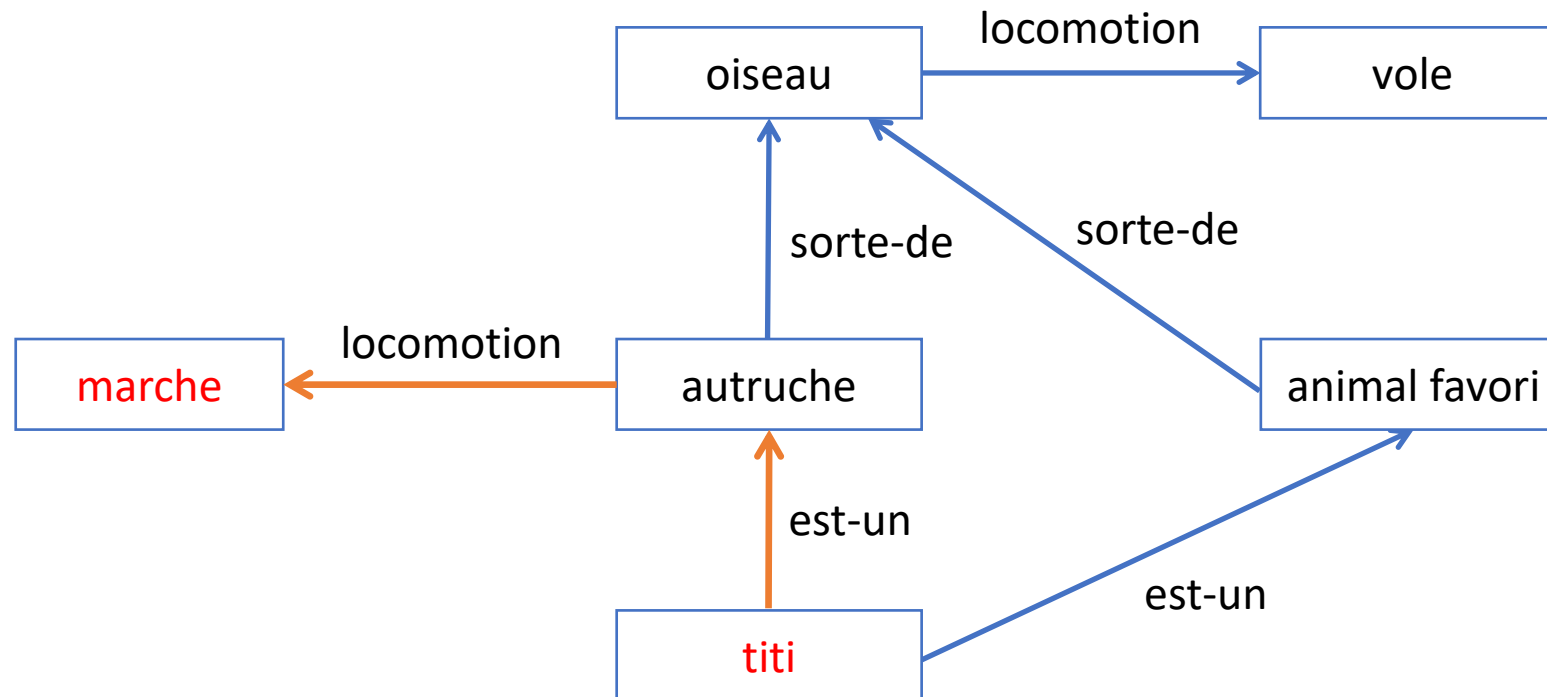
Il y a un conflit de valeur pour le calcul de l'attribut *locomotion* : *marche* ou *vole*

Les réseaux sémantiques

Règle : Choisir le parcours minimal :

Chemin	Valeur	Longueur de chemin
titi-autruche-marche	marche	2
titi-animal favori-oiseau-vole	vole	3
titi-autruche-oiseau-vole	vole	3

Conclusion : titi marche

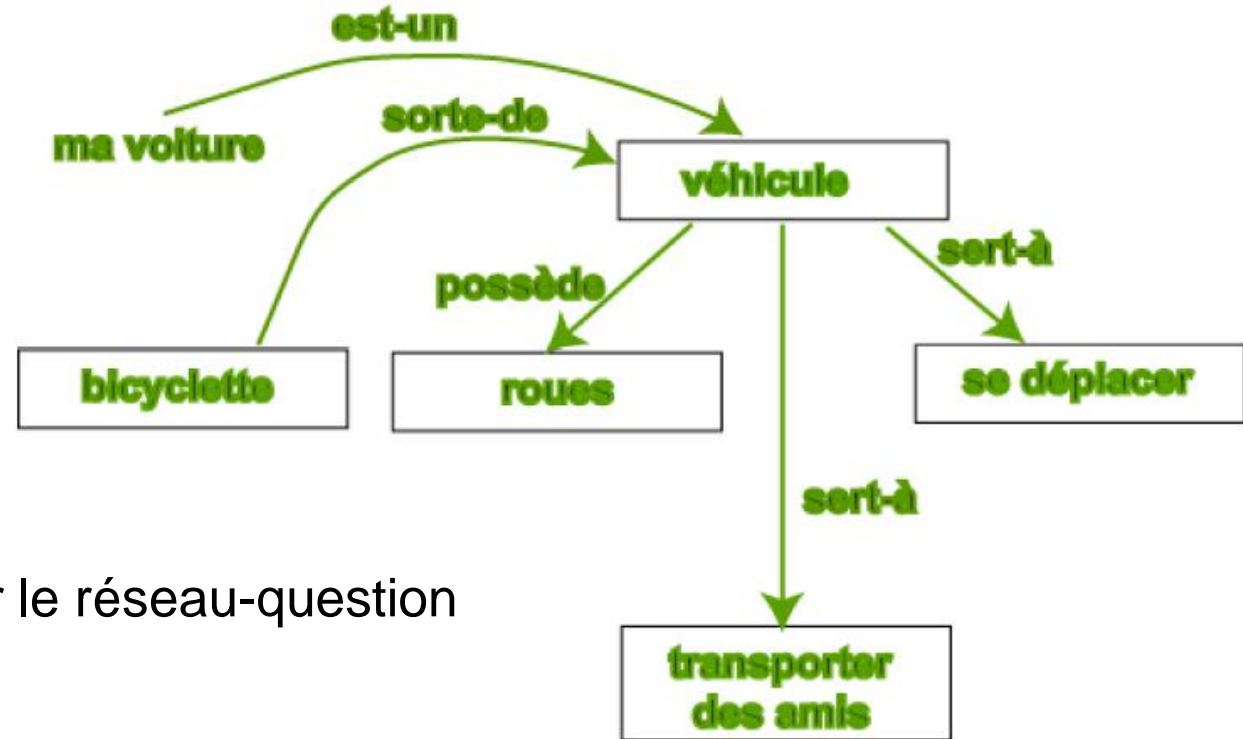


Les réseaux sémantiques

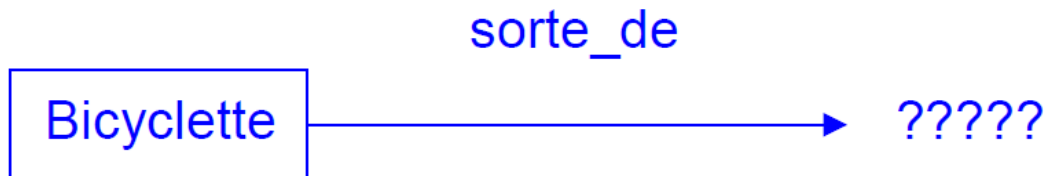
Recherche dans un réseau sémantique

■ Par appariement :

➤ Une bicyclette est une sorte de quoi ?



Pour répondre à la question : On doit apparier le réseau-question avec une partie du réseau sémantique :

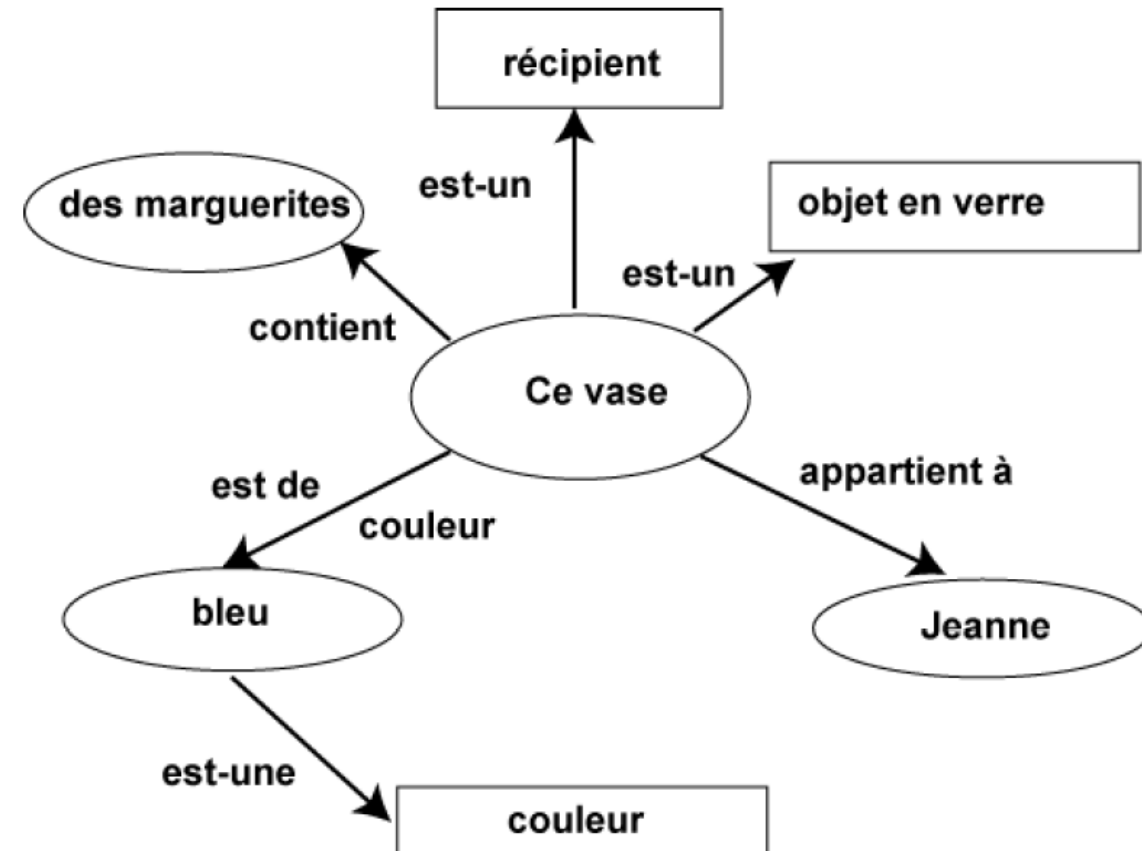


Les réseaux sémantiques

Recherche dans un réseau sémantique

■ Par intersection :

- Quel est le rapport entre Jeanne et une couleur ?
Ou entre Jeanne et des marguerites ?



En cherchant l'intersection des chemins d'extrémités Jeanne et marguerites
ou Jeanne et couleur, on trouve bien : **Ce vase**

Les réseaux sémantiques

Exercice 3 : Construire le réseau sémantique représentant:

- Salima élève de 2^{ème} , 8 ans
- Ahmed élève de 5^{ème} , 12 ans
- Amine élève de 3^{ème} , 9 ans
- Nihal élève de 5^{ème} , 13 ans
- Maïssa élève de 4^{ème} , 9 ans

Utiliser les concepts « PERSONNE », « ÊTRE) et éventuellement des sous-concepts.

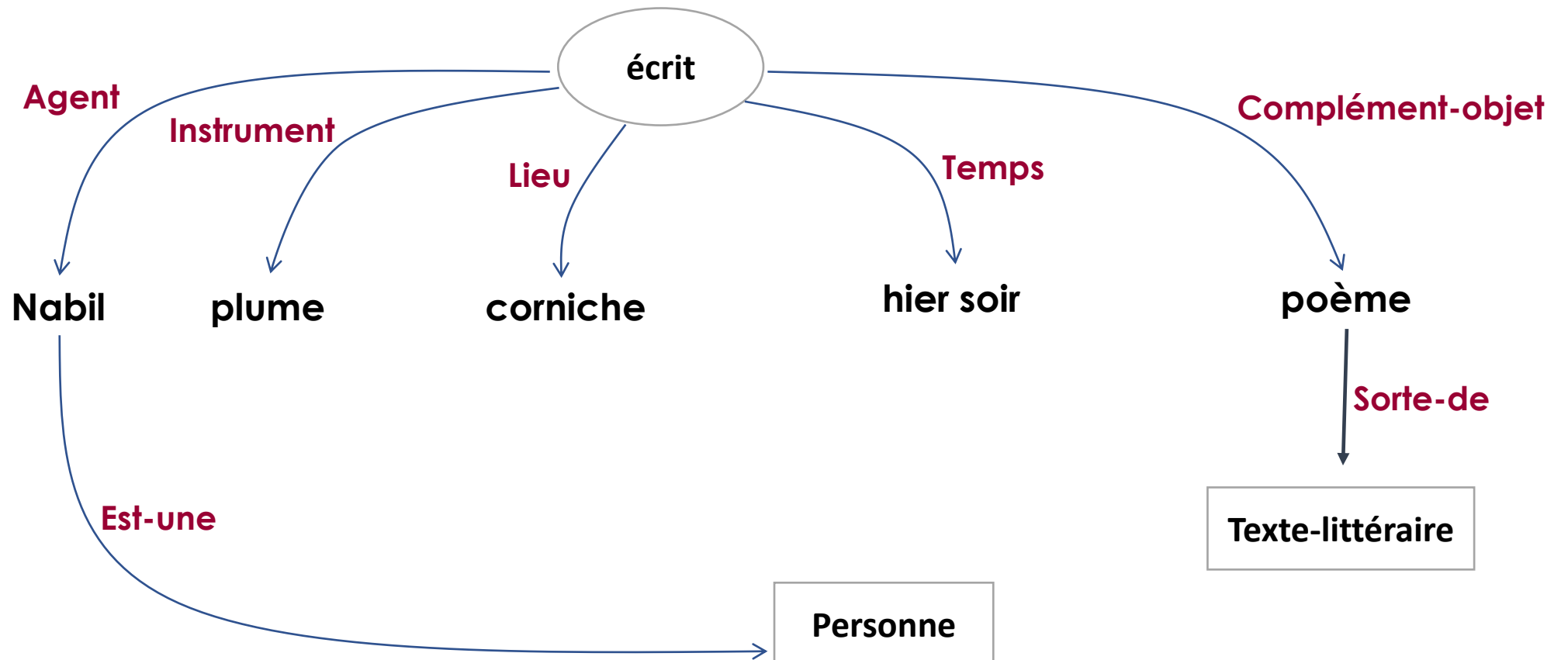
1. Quelles propriétés peut-on obtenir par inférence directe et par héritage de propriétés?
2. Construire le réseau sémantique permettant de poser la question: quelles sont les filles qui sont en 5^{ème} ?, reconstruire à nouveau le réseau sémantique permettant de prendre en compte de telle situation?.

Les réseaux sémantiques

Evolution

Pour ne pas se limiter à la représentation des relations binaires, on élargit les possibilités de modélisation des nœuds aux situations, aux actions,..

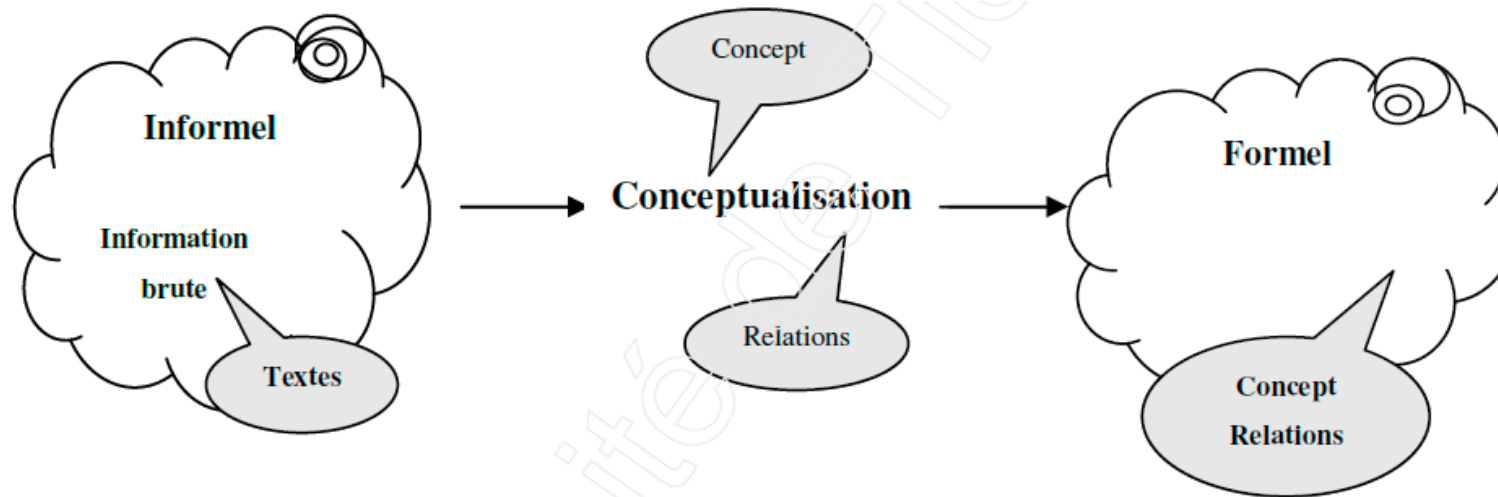
« Nabil a écrit une poème avec une plume hier soir à la corniche »



Les autres formalismes

Les ontologies

- Une ontologie définit les termes et les relations de base du vocabulaire d'un domaine ainsi que les règles qui indiquent comment combiner les termes et les relations de façon à pouvoir étendre le vocabulaire.
- Une ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation



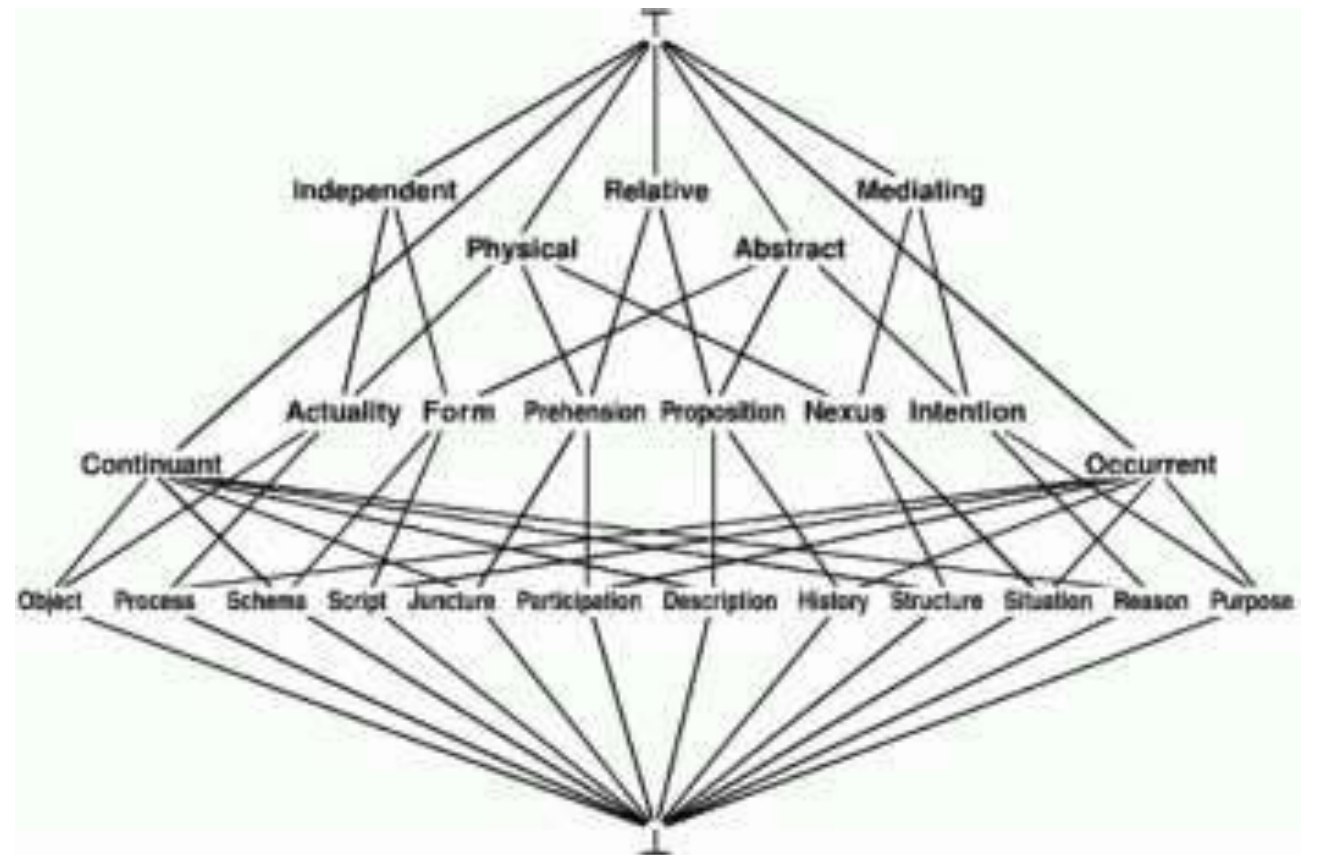
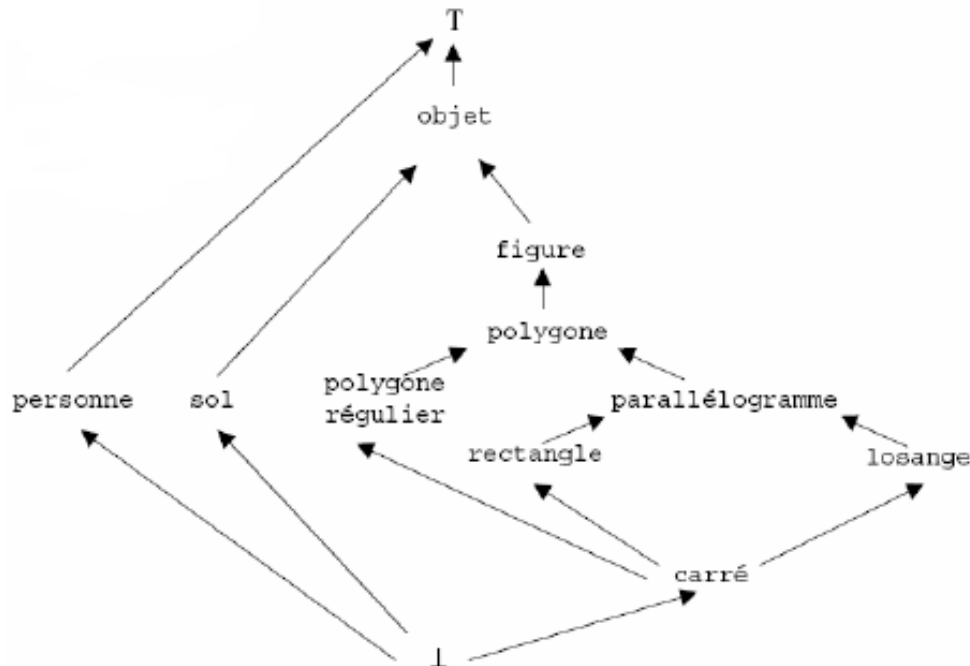
- Pour la conceptualisation des ontologie on utilise souvent les réseaux sémantiques illustrés par des graphes conceptuels.

Les autres formalismes

Les ontologies

Un graphe conceptuel est un graphe étiqueté, biparti, connexe et fini. Les sommets représentent les entités, attributs, états ou évènements. Chaque sommet est typé. Ces types sont ordonnés dans une structure de treillis orienté du plus spécifique au plus général avec des relations "sorte-de". Le langage **CGIF** (Conceptual Graph Interchange Form) a été développé pour définir des graphes conceptuels.

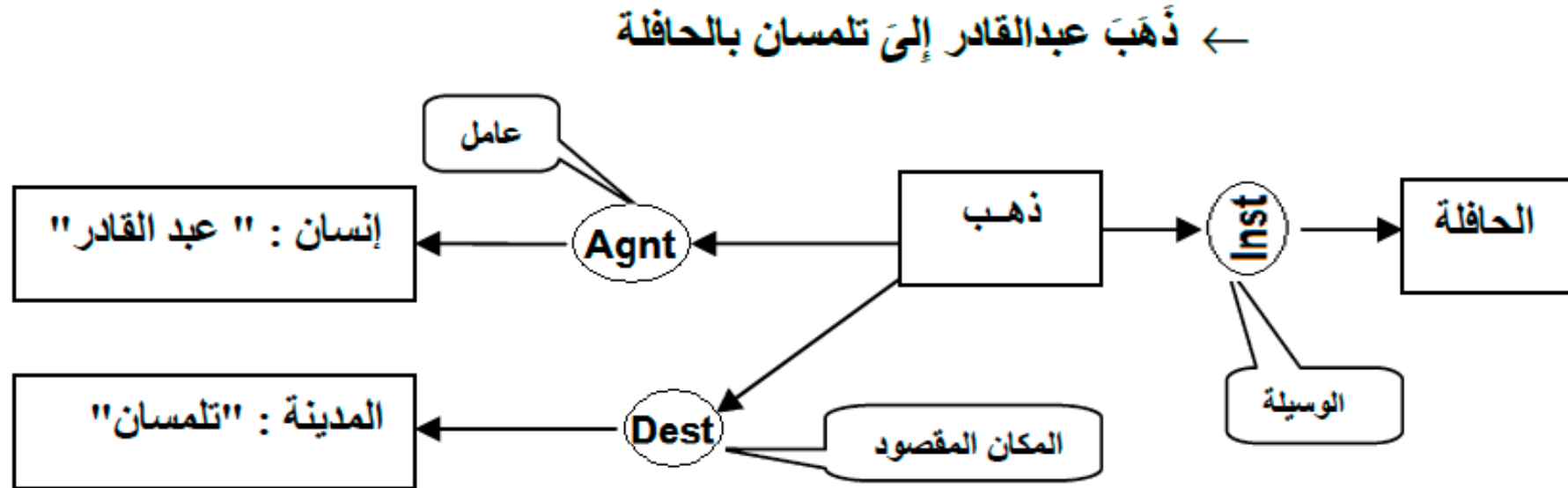
Exemple d'ontologie « Top-Level » :



Les autres formalismes

Les ontologies

Exemple d'un graphe conceptuel à 4 concepts :



Les frames

- Une structure permettant de décrire un concept
- Le frame est composé d'attributs
- L'attribut est décrit par des facettes

Exemple : Frame fleur

(fleur

(est-un (valeur plante)

(couleur (domaine(rouge,blanc,jaune,rose,orange))

(lieu-culture (domaine(Blida, Alger, Douira))))

On peut définir l'instance rose :

(rose

(est-un (valeur fleur)

(couleur (valeur rouge)

(lieu-culture (valeur Blida))

Les autres formalismes

Les objets

Regrouper à la fois un savoir déclaratif et un savoir procédural.

Exemple :

Classe = *Client*

Nom

Prénom

Adresse

Numcompt

Affichercmpt

Retraitcmpt

ajoutercmpt

Objet = *Client1*

Brachemi

Mohamed

12 av. Didouche Mourad Alger

166000

Les autres formalismes

Les scripts

- Décrire des situations sous forme d'une succession d'actions
- Définir des scénarios pour chaque situation
- Définir des Acteurs, Objets et des Evènements pour décrire des situation

Exemple :

Script Restaurant universitaire.

Acteurs Etudiant, Serveur.

Objets Plateau, Place, nourriture.

Events 1 L'étudiant entre au restaurant universitaire.

2 L'étudiant prend un plateau.

3 Le serveur sert la nourriture.

4 L'étudiant prend place.

5 L'étudiant mange.

6 L'étudiant libère la place.

7 L'étudiant quitte le restaurant universitaire.

Les autres formalismes

Les méta-connaissances

- Une méta-connaissance est une connaissance sur une connaissance
- Rôle : Guider le moteur d'inférence dans son raisonnement
- Dans les systèmes à base de règle de production on utilise les méta-règles

Exemple :

M1 : **Si** Evaluation(règle,vrai) **Alors** Déclancher(règle)

M2 : **Si** Evaluation(règle,faux) **Alors** Eliminer(règle)