

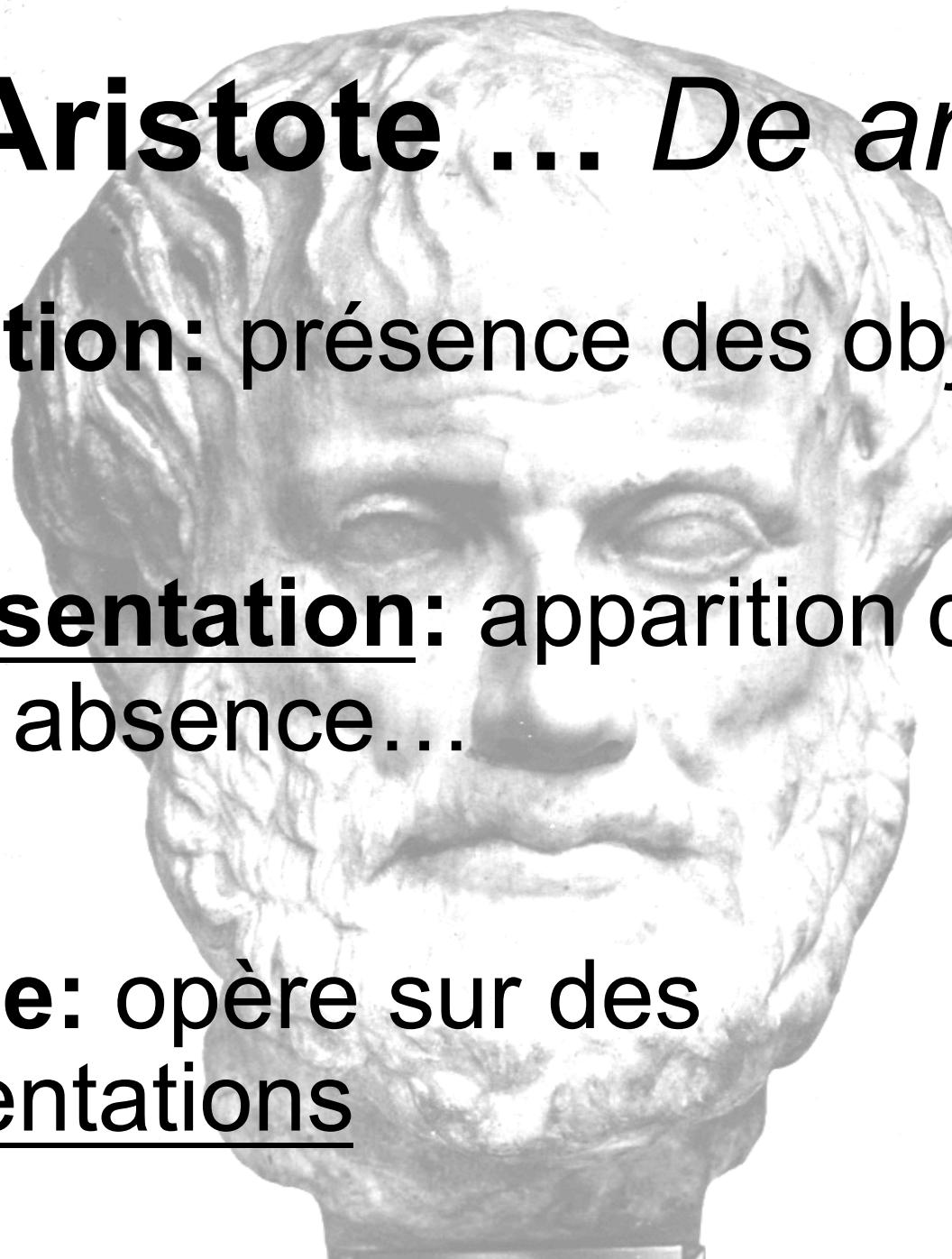
<https://piazza.com/upmc.fr/fall2015/m1lrc/>

LREC

Logique
&
REprésentation des Connaissances
Représentation des connaissances
Représentations sémantiques



Aristote ... *De anima*



- ▶ **Sensation:** présence des objets
- ▶ **Représentation:** apparition des objets en leur absence...
- ▶ **Pensée:** opère sur des représentations

L

Comment représenter sur une machine ?

I

P

6

C

N

R

S

1. Langage artificiel

2. Référence des expressions clairement définie. Description de nos connaissances

- Langage non ambiguë
- Définition claire de la référence des expressions

3. Procédures d' inférence

- mécanisables
- efficaces et
- similaire à nos processus de raisonnement

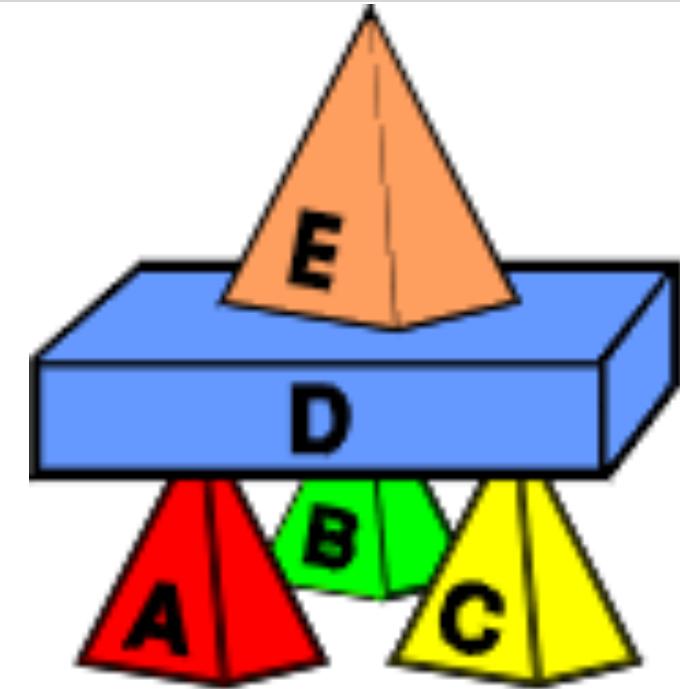
Candidat naturel ⇒ la **logique**



Autre exemple de représentation en logique

représentation:

$\text{pyramide}(E) \wedge \text{bloc}(D) \wedge$
 $\text{pyramide}(A) \wedge \text{pyramide}(B) \wedge$
 $\text{pyramide}(C) \wedge \text{oranger}(E) \wedge$
 $\text{bleu}(D) \wedge \text{rouge}(A) \wedge \text{vert}(B) \wedge$
 $\text{vert}(C) \wedge \text{supporte}(A, D) \wedge$
 $\text{supporte}(B, D) \wedge \text{supporte}(C, D) \wedge$
 $\text{supporte}(D, E)$



Démonstration:

Existe-t-il un x tel que

$\exists y \text{ pyramide}(x) \wedge \text{bloc}(y) \wedge \text{supporte}(x, y)$?

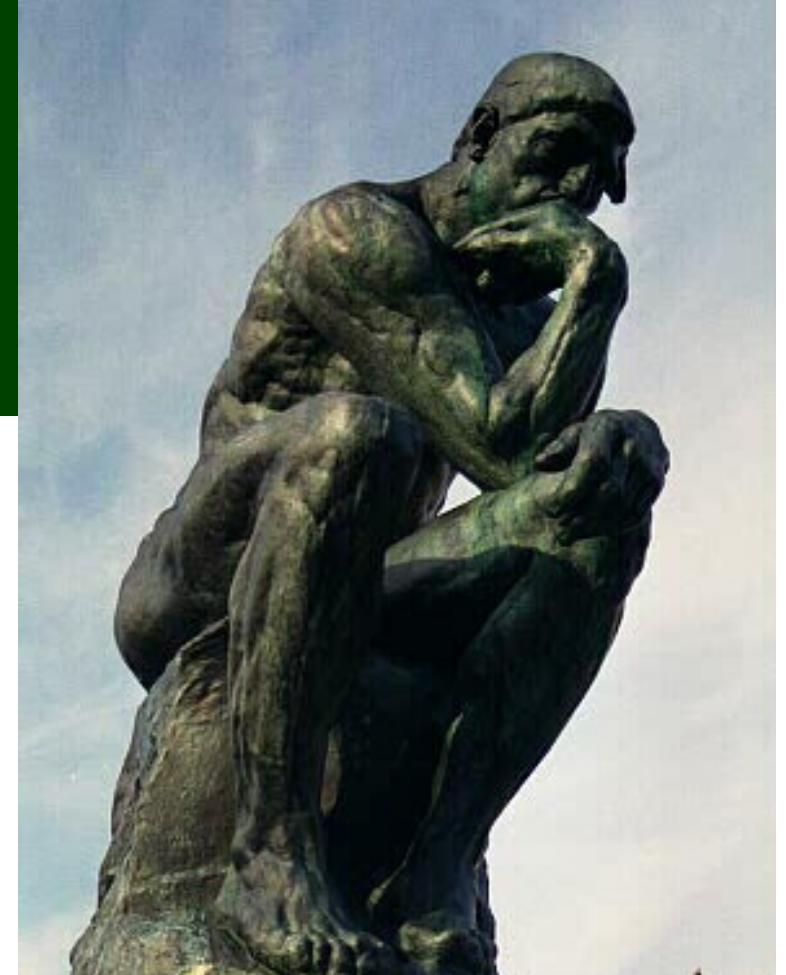


Les défis de la représentation informatique des connaissances

6

C
N
R
S

- Adéquation logique:
 - Description précise
 - Description non-ambiguë
 - Dans un langage artificiel
- Traduction des connaissances dans la représentation
 - Existence de procédure de traduction des énoncés en langage naturel
- Utilisation de cette représentation informatique
 - Existence d'algorithmes qui font des inférences et des déductions analogues à celles qu'un homme ferait sur ces connaissances



I Adéquation logique ?

Répresentation en logique

Langage non ambiguë et claire

représentation. Traduction :

pyramide(E) \wedge bloc(D) \wedge

pyramide(D) \wedge bloc(C) \wedge

pyramide(C) \wedge bloc(B) \wedge

bloc(A) \wedge

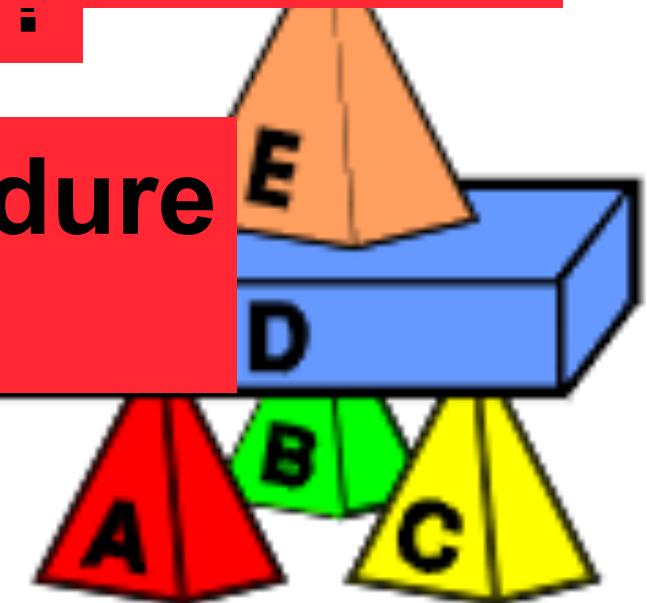
Existe-t-il une procédure

de traduction ?

vert(C) \wedge supporte(A, D) \wedge

supporte(B, D) \wedge supporte(C, D) \wedge

supporte(D, E)



Démonstration:

Existe-t-il un x tel que

$\exists y \text{ pyramide}(x) \wedge \text{bloc}(y) \wedge \text{supporte}(x, y)$?



La logique: un formalisme de représentation des connaissances

- **Structures:** langage formel de la logique
 - Variables, fonctions, termes: $V, F = F_1 \cup F_2 \cup \dots \cup F_n \cup \dots$
 - Atomes: $P = P_1 \cup P_2 \cup \dots \cup P_n \cup \dots$
 - Clauses
- **Procédures:**
 - Procédures de déduction automatique: résolution, déduction naturelle

Limitations

⇒ Adéquation psychologique

⇒ Difficultés de traduction

⇒ Inférences non déductives



L

Comment représenter sur une machine ?

I

P

6

C

N

R

S

1. Langage artificiel

2. Référence des expressions clairement définie. Description de nos connaissances

- Langage non ambiguë
- Définition claire de la référence des expressions

3. Procédures d'inférence

- mécanisables

- – efficaces et
- – similaire à nos processus de raisonnement

Candidat naturel ⇒ la **logique**



Représentation des connaissances

1. Mémoire (externe et interne)

2. Représentation

3. Réseaux sémantiques, « Frames », ...

4. Graphes conceptuels



Les dispositifs de stockage d'information

...ne sont pas des mémoires!



- Réminiscence
- Reconnaissance
- Oubli
- Abstraction
- Imagination

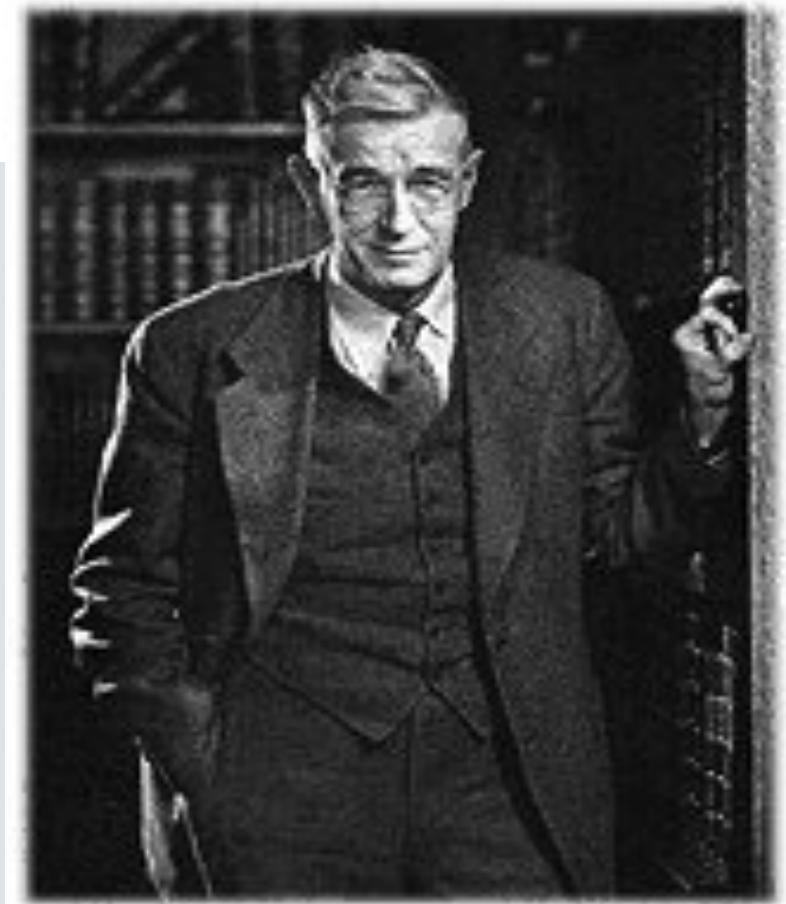


Vannevar Bush

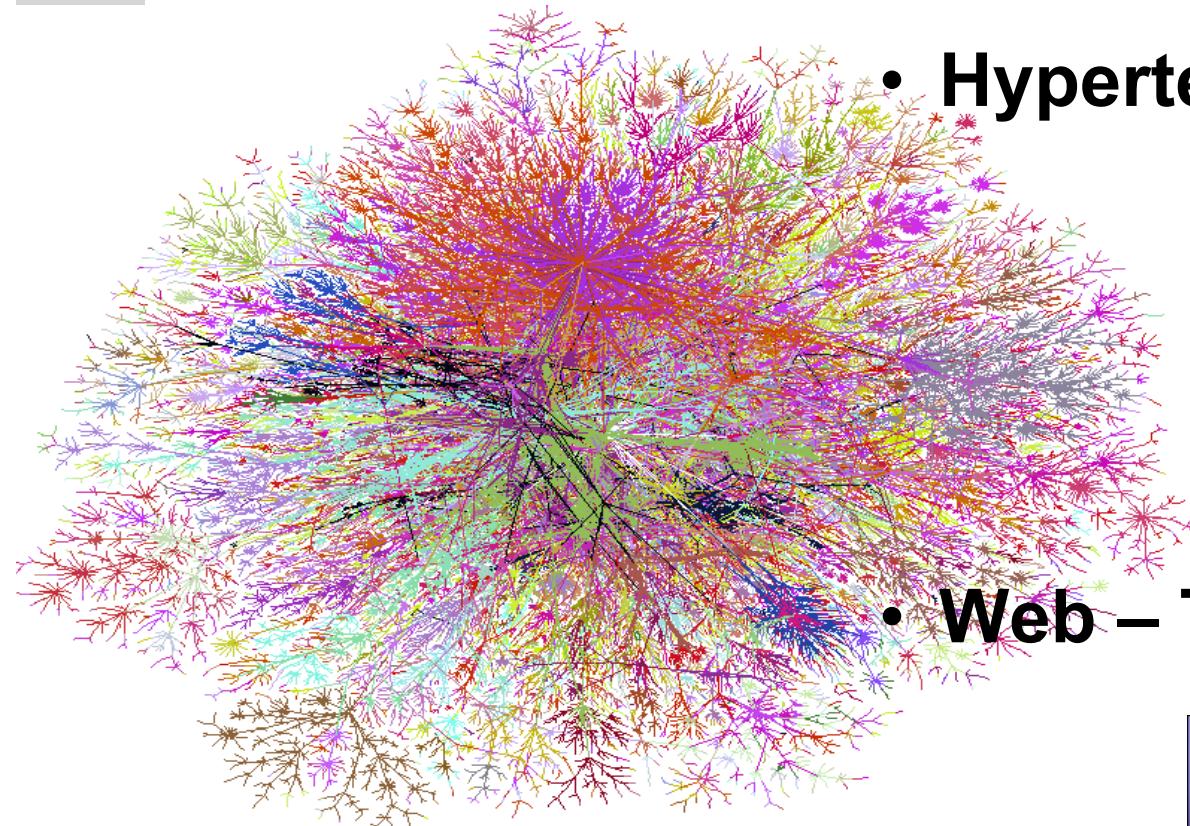
“As we may think” - 1945

La MeMEX

Memory Extension



De l'hypertexte au Web

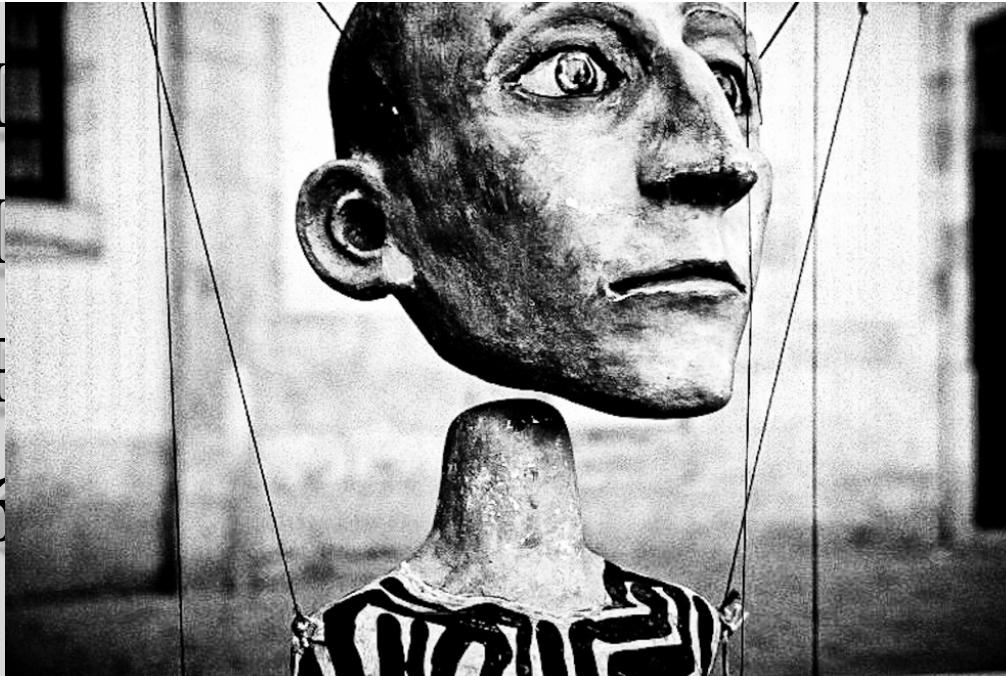


- Hypertexte – Ted Nelson (1965)



- Web – Tim Berners Lee (1990)





Organisation de l'information: Type de données

- Définition
 - Structure
 - Procédure

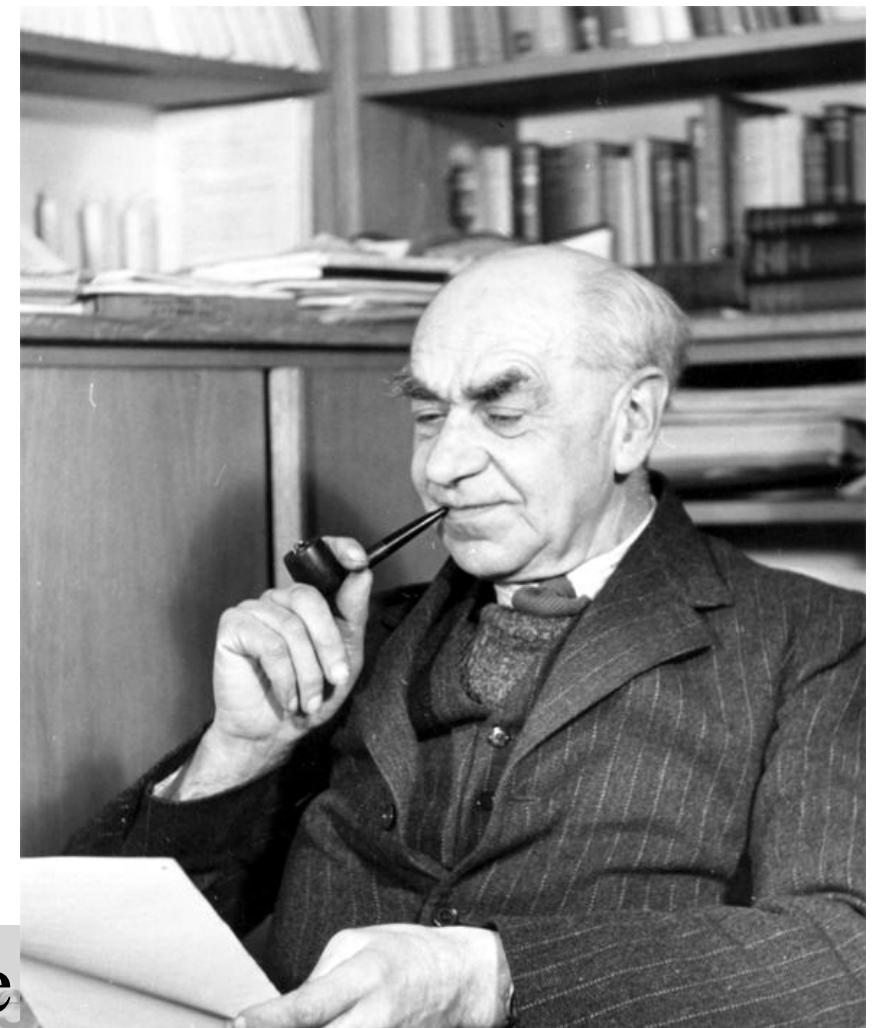
- Exemple: pile
 - Structure: *tableau, liste, ...*
 - Procédure:
 - » Pile vide
 - » Sommet
 - » Ajout en tête



Organisation de la mémoire

Sir Frederic Charles Bartlett (1886-1969)

- Entités
- Propriétés
- Organisation hiérarchique des entités



Arbre de Porphyre

Supreme genus:

Substance

Differentiae:

material

immaterial

Subordinate genera:

Body

Spirit

Differentiae:

animate

inanimate

Subordinate genera:

Living

Mineral

Differentiae:

sensitive

insensitive

Proximate genera:

Animal

Plant

Differentiae:

rational

irrational

Species:

Human

Beast

Individuals:

Socrates

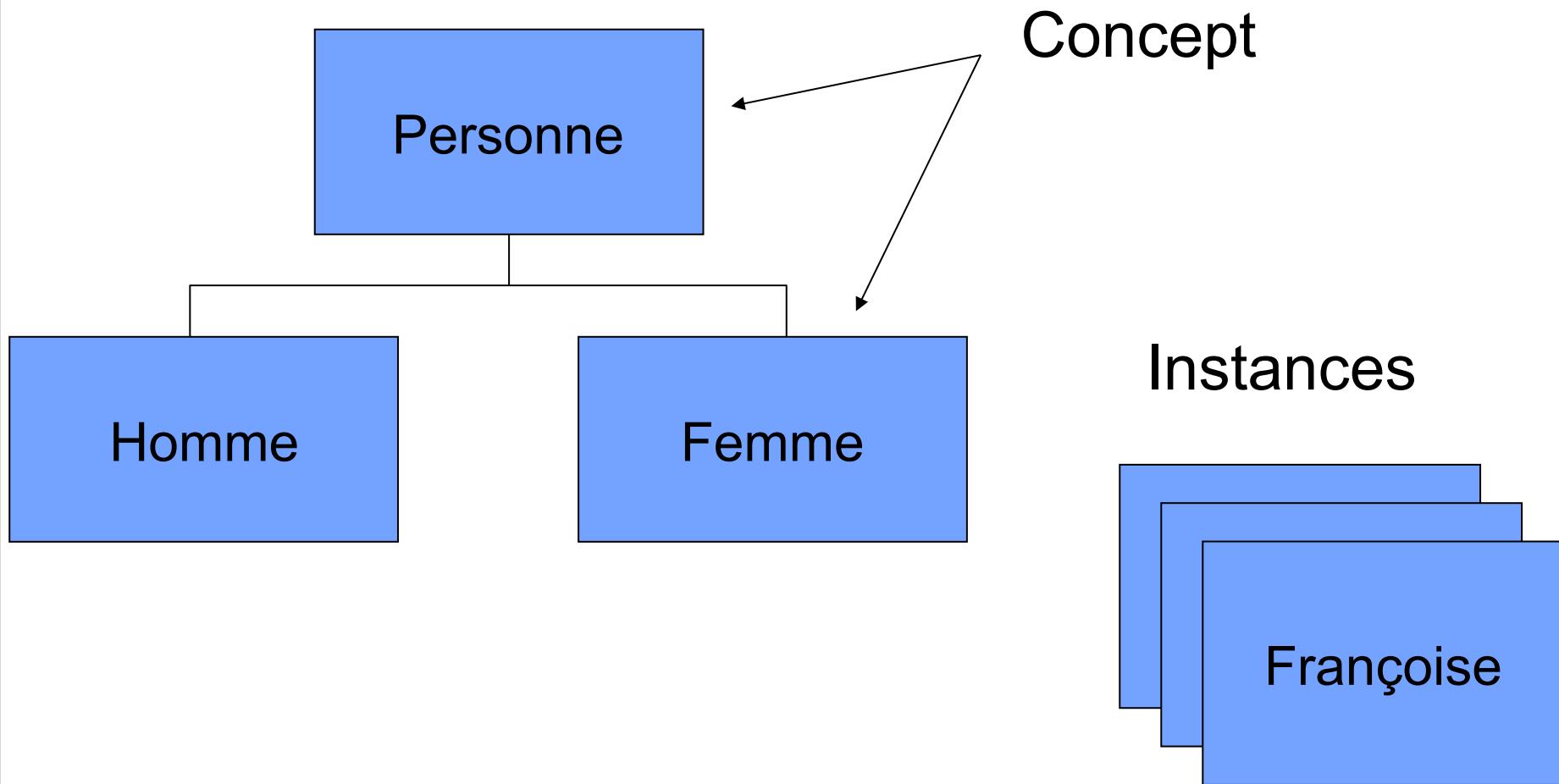
Plato

Aristotle

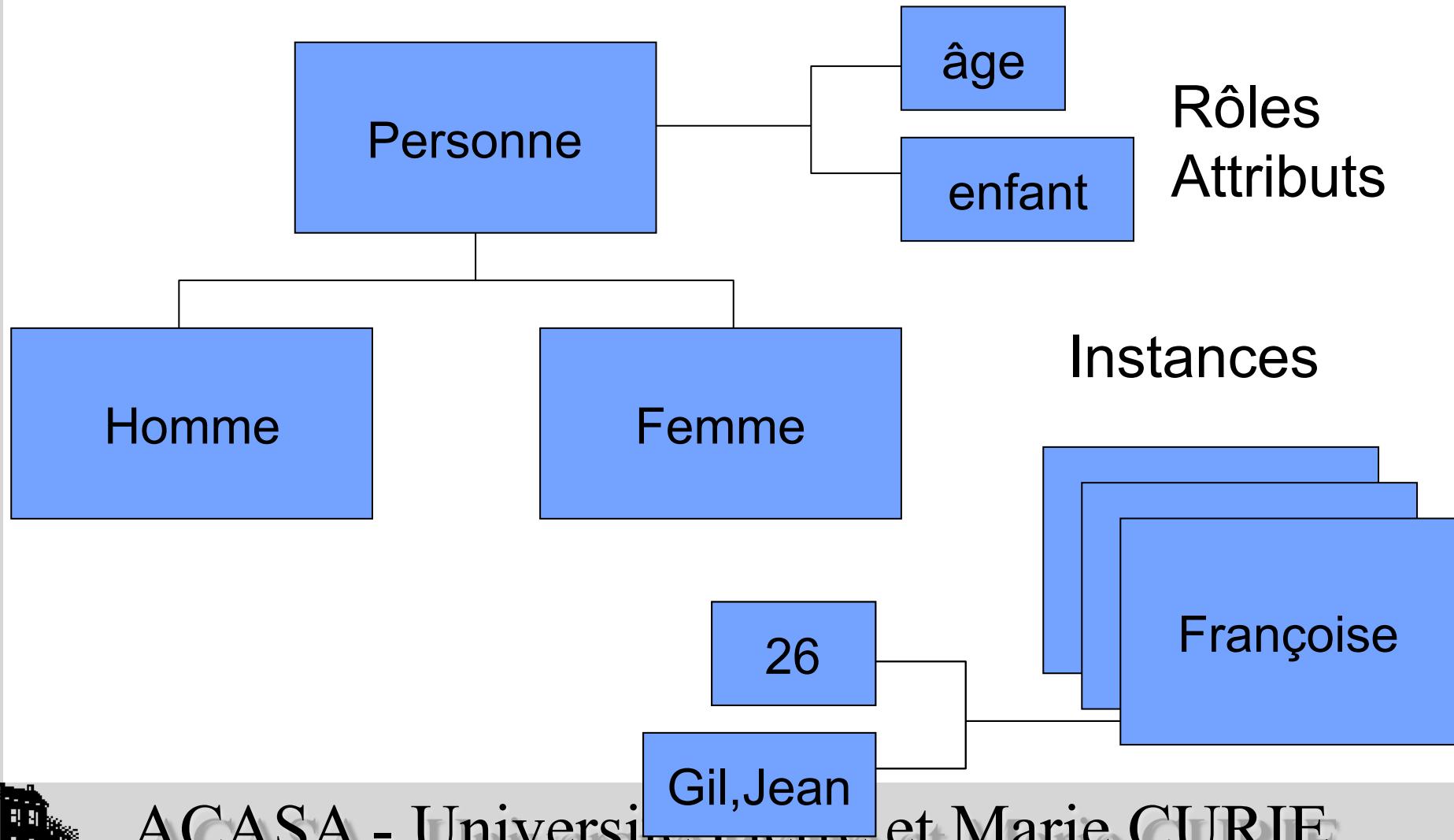
etc.



Inférence sur les représentations emboîtées: héritage et instances

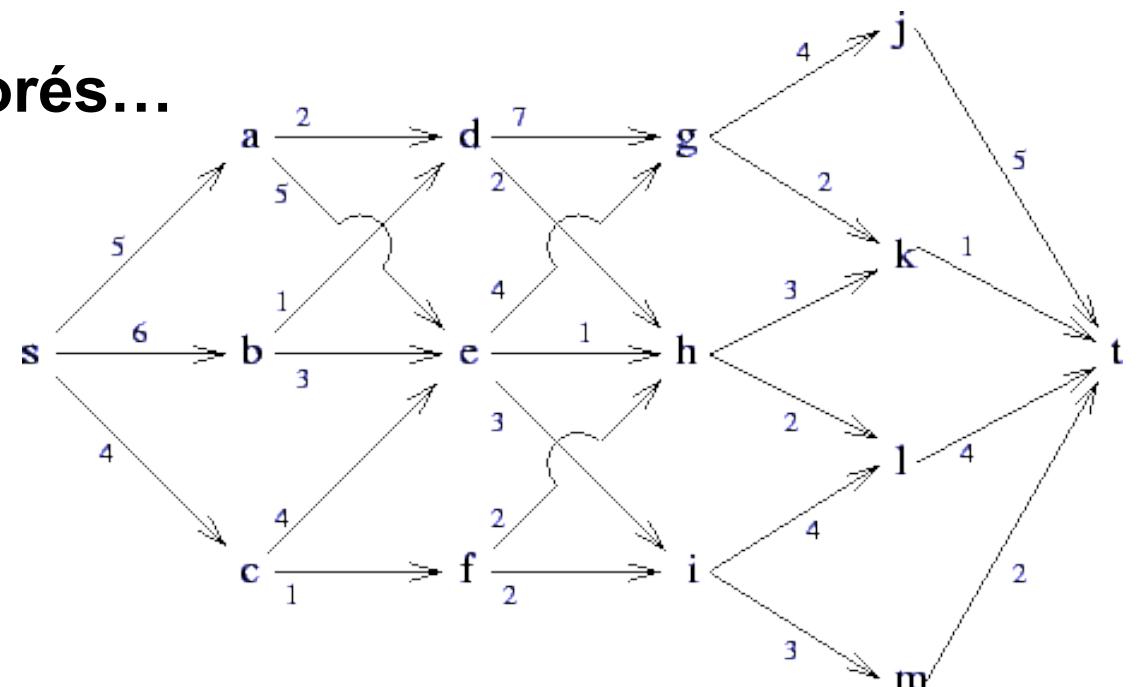


Inférences sur les représentations emboîtées: héritage et instances

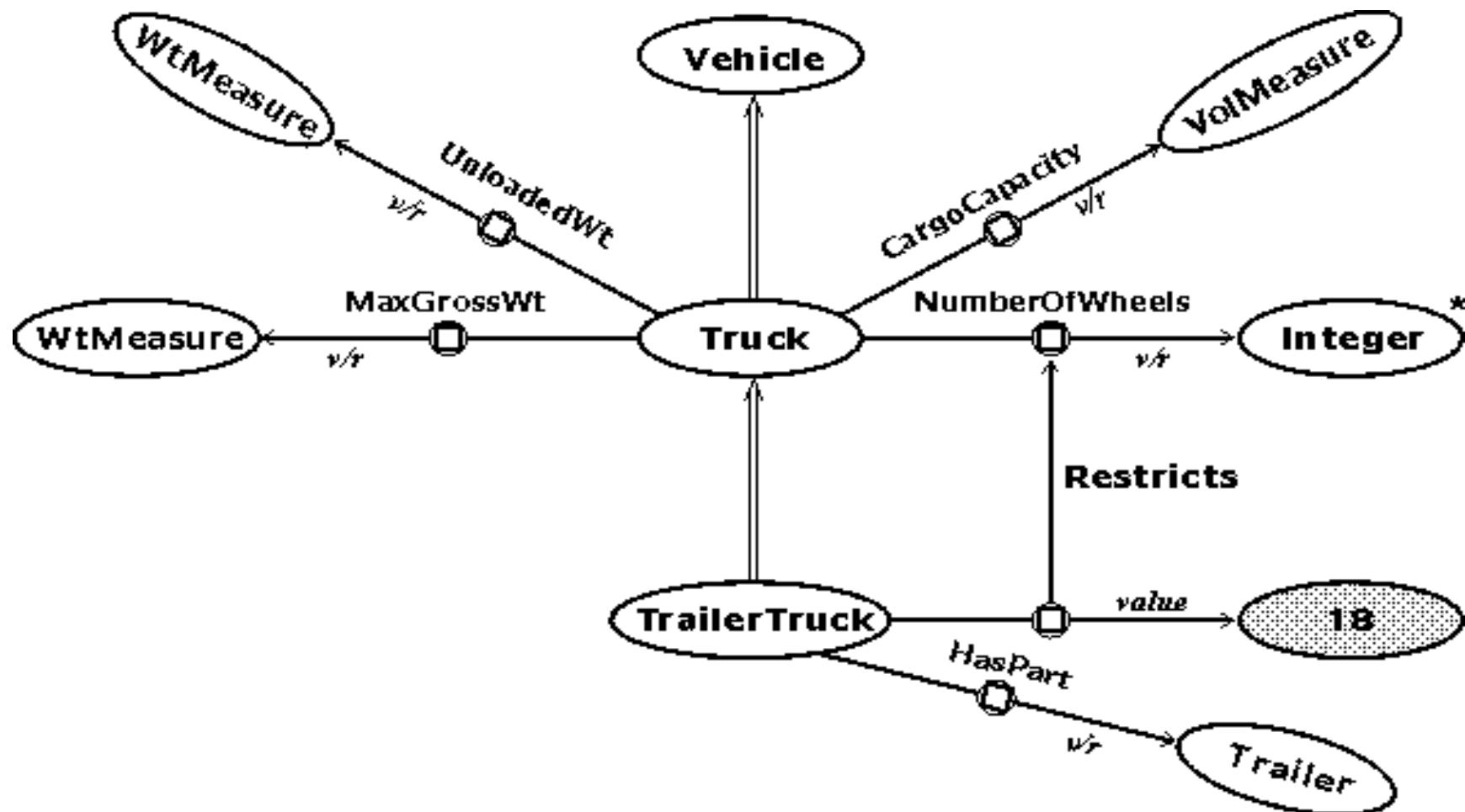


Réseaux sémantiques

- **Définition:** formalisme de représentation
 - Adéquation psychologique:
 - » organisation taxinomique
 - » temps d'accès
 - Facilité de traduction du langage naturelle vers ce formalisme
 - Inférence possibles
- **Réseaux:** graphes colorés...
- **Structure:**
 - Entités: nœuds
 - Liens: arcs
- **Histoire:**
 - Schémas (Bartlett - 1930)
 - Quillian (1969)



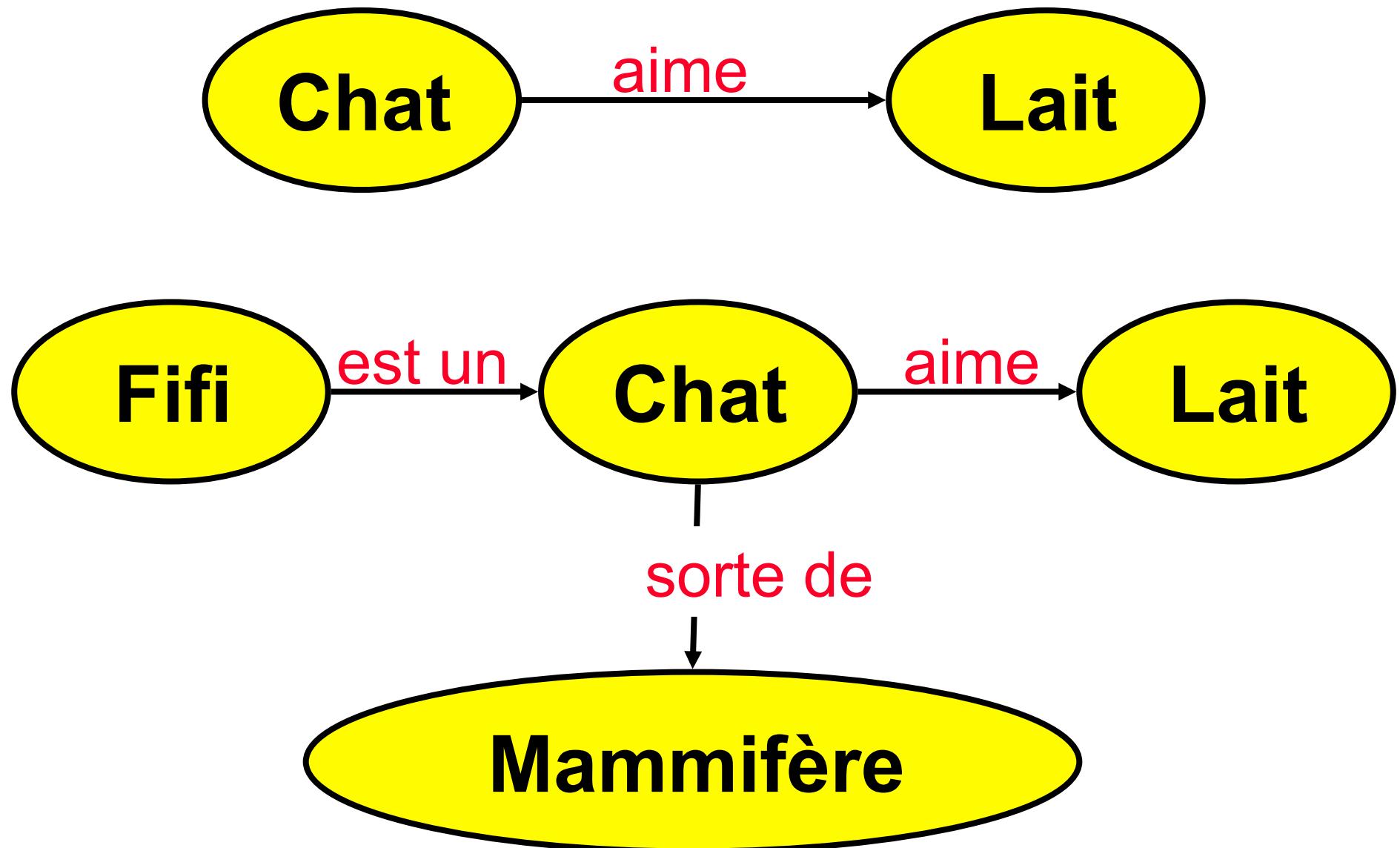
Premiers réseaux sémantiques



Structure des réseaux sémantiques



Exemples de réseaux sémantiques



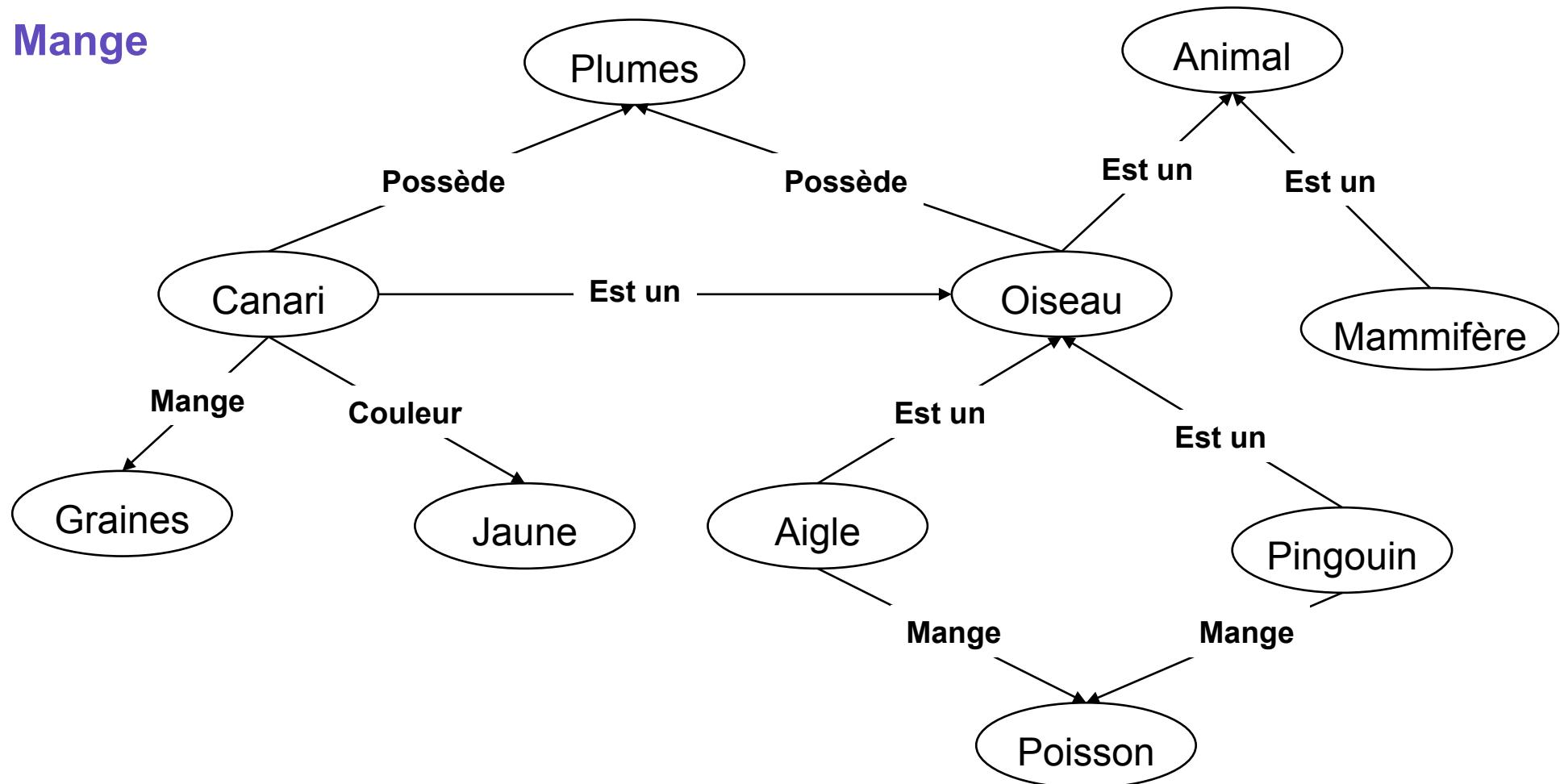
• Relations:

- Est un
- Possède
- Couleur
- Mange

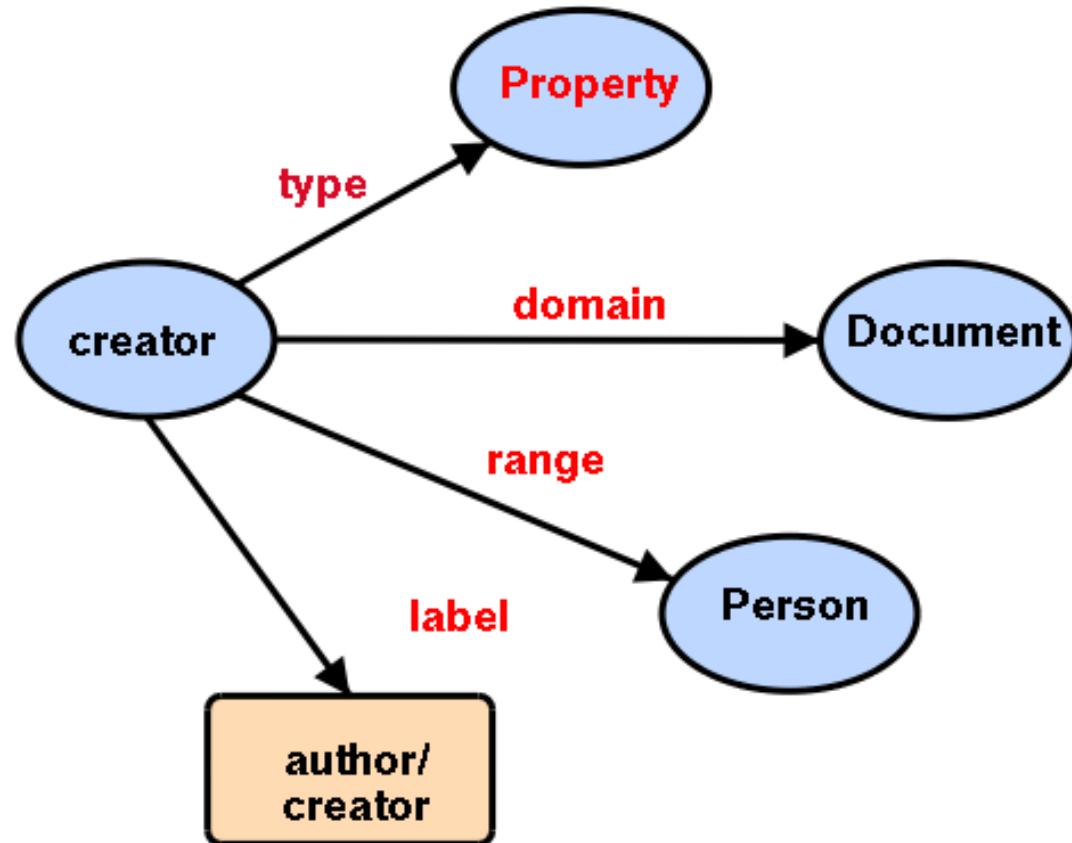
Réseau sémantique

6

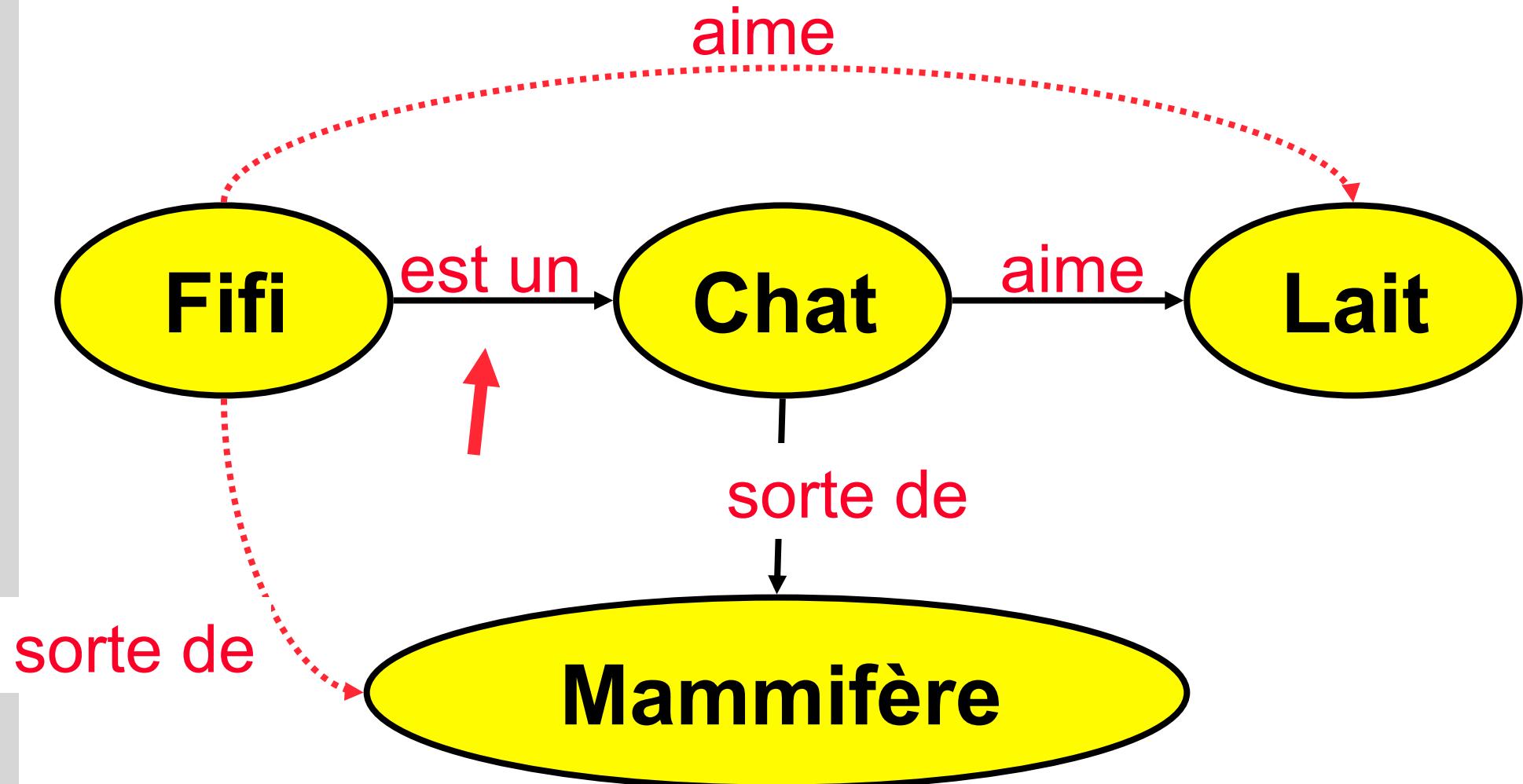
C
N
R
S



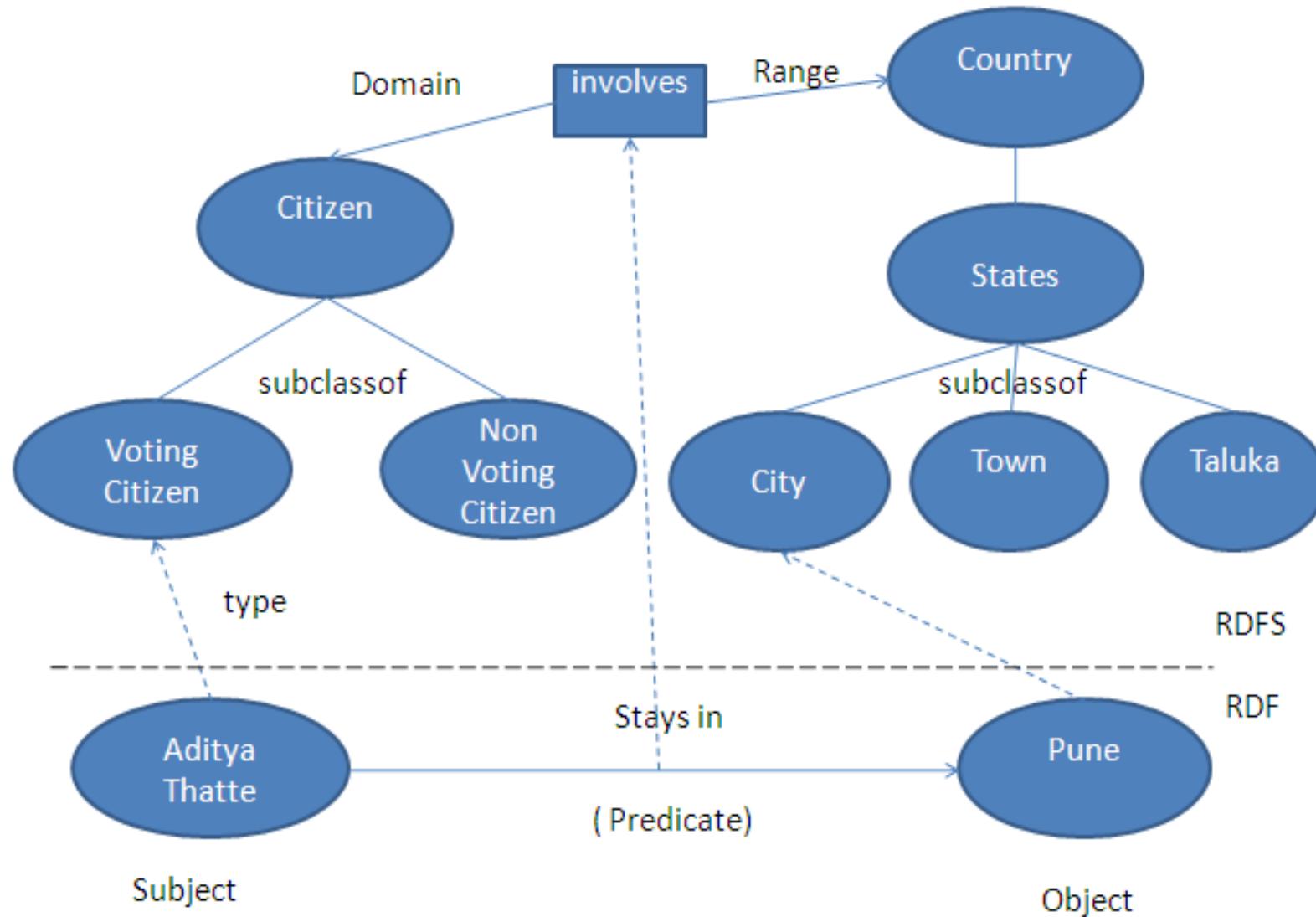
Autre exemple – web sémantique



Inférences: liens ‘est un’ ou ‘sorte de’
Un nœud hérite des propriétés de ses pères
sauf s’ il y a contradiction



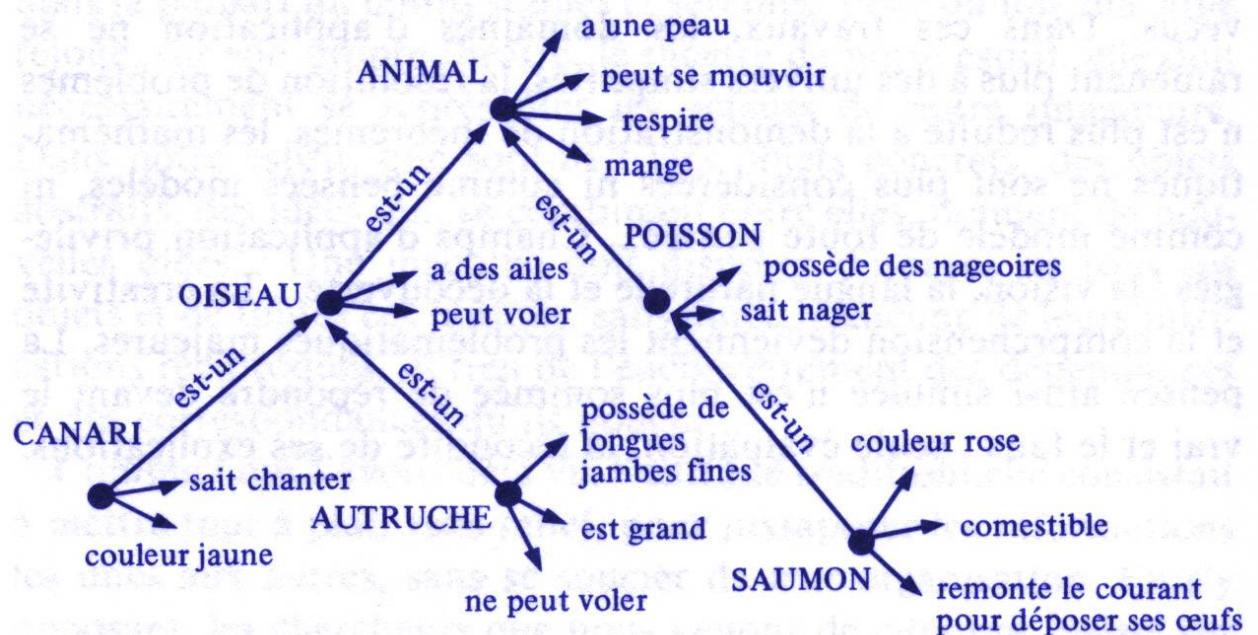
Adhita Thatte Stays in Pune



Réseaux sémantique: structure

Organisation taxinomique - emboîtement

- **Nœuds:**
 - Entités
 - » Animal
 - » Oiseau
 - » ...
 - Attributs
 - » A une peau
 - » A des ailes
 - » Comestible...
- **Liens étiquetés:**
 - Vers attributs « caractéristique »
 - Relations « est un »

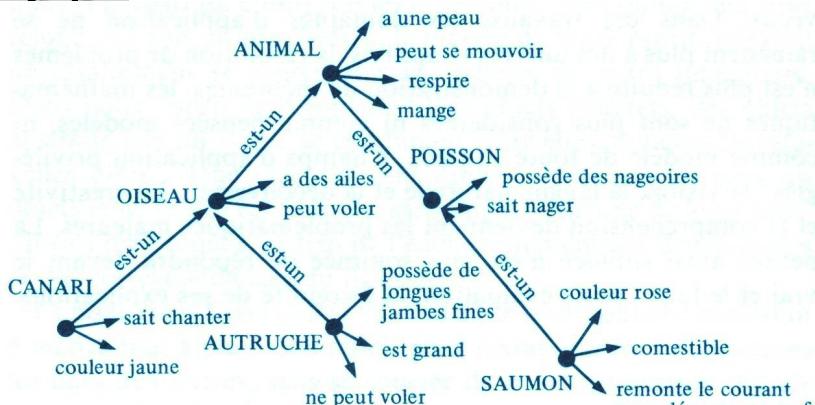


Exemple de réseau sémantique tiré de Collins et Quillian (1969)



Réseaux sémantiques: temps d'accès

- Inférence:
 - parcours des liens
- Temps d'accès:
 - Proportionnel au nombre de liens traversés



Exemple de réseau sémantique tiré de Collins et Quillian (1969)

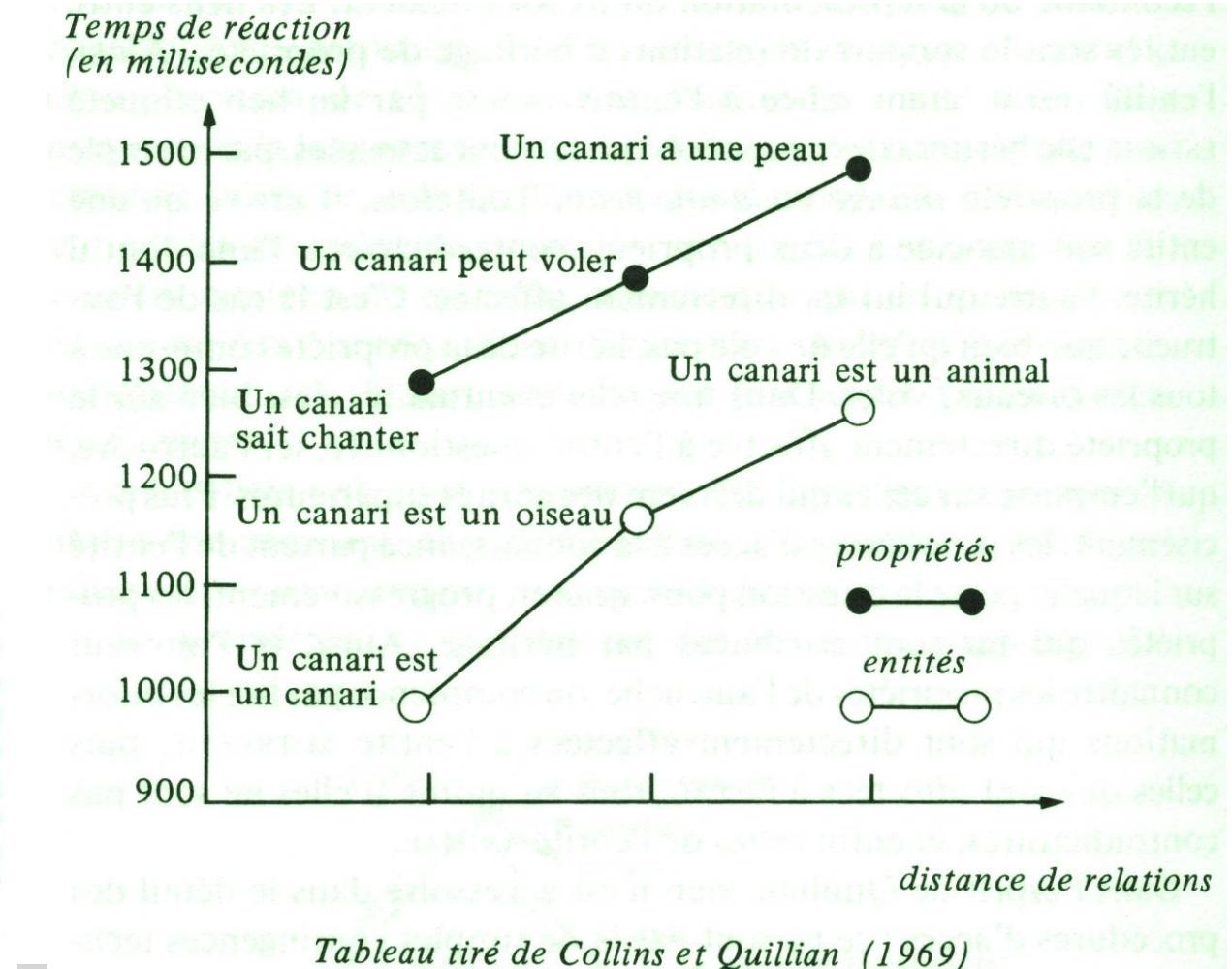


Tableau tiré de Collins et Quillian (1969)

Université Pierre et Marie CURIE

Système solaire

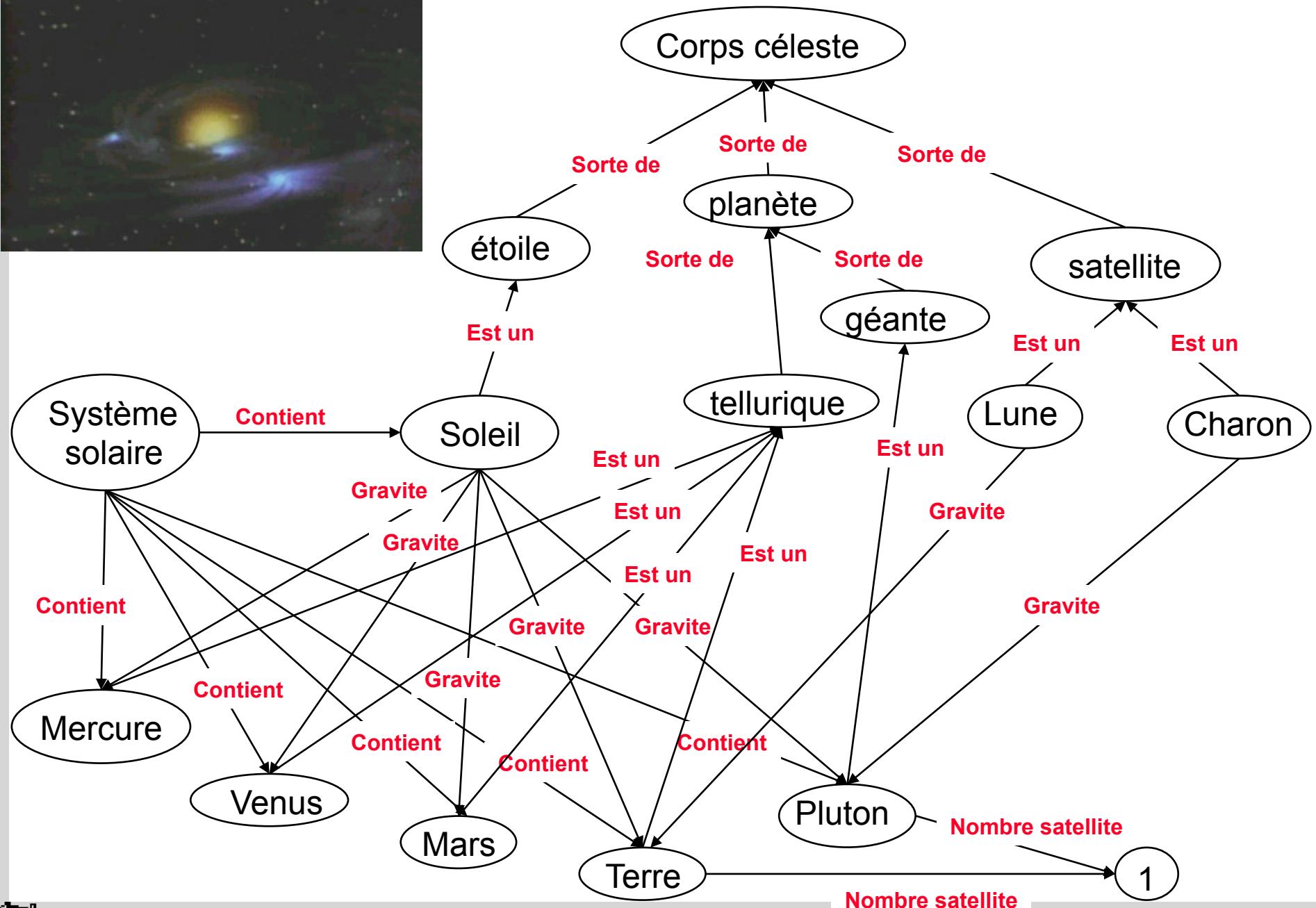
On distingue parmi les **corps célestes**, les **étoiles**, qui émettent de la lumière, et les autres qui n'en émettent pas. De plus, les **planètes** gravitent autour des étoiles et les **satellites** se contentent de tourner autour des planètes.

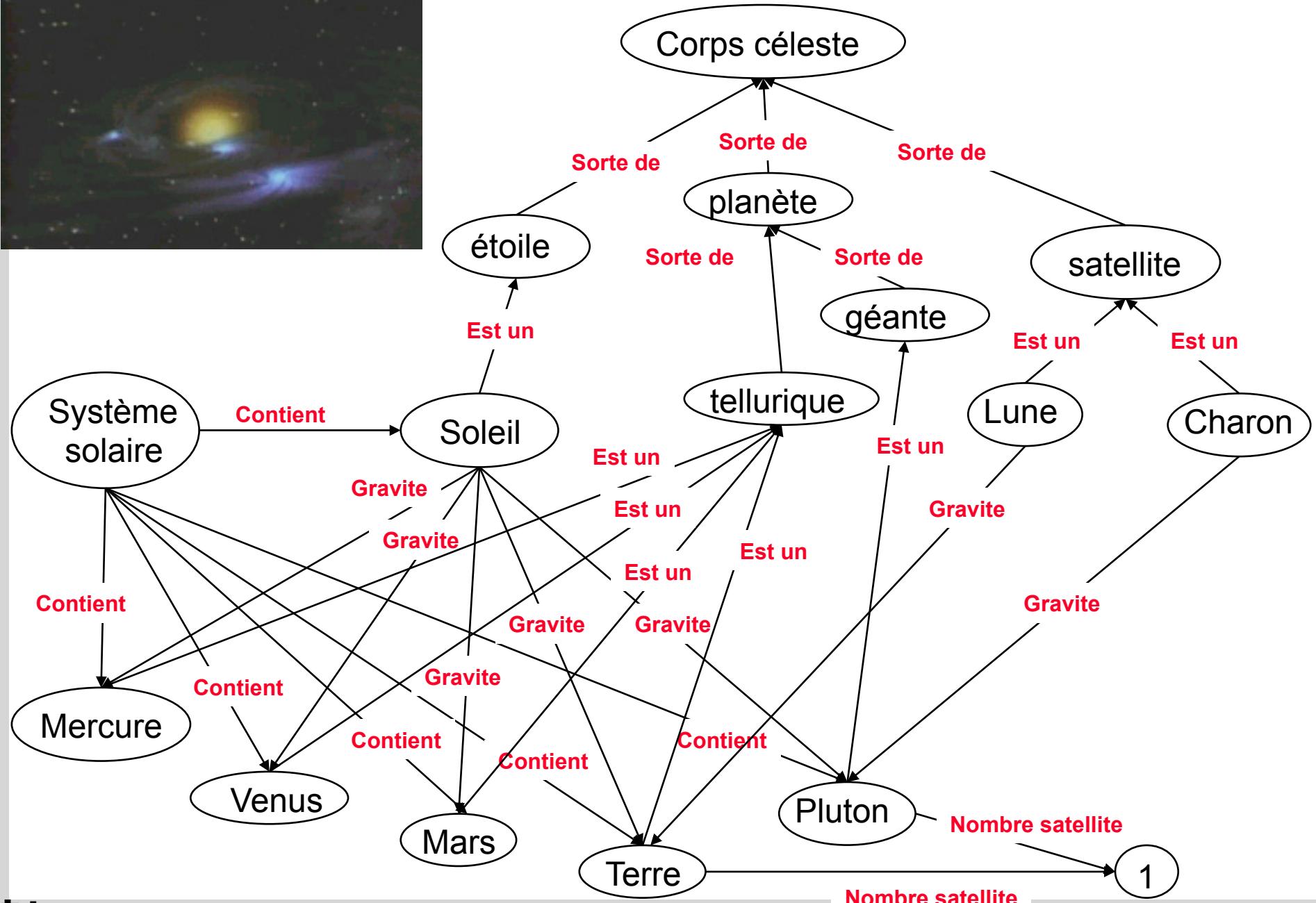
Le système solaire se caractérise par les propriétés suivantes :

- 1- Il comprend une seule étoile, le **Soleil**
- 2- Neuf planètes gravitent autour du Soleil, **Mercure**, **Venus**, **Terre**, **Mars**, **Jupiter**, **Saturne**, **Uranus**, **Neptune** et **Pluton**.
- 3- Les planètes **Mercure**, **Venus**, **Terre** et **Mars** sont dites **telluriques**, car leur densité est forte et leur dimension faible. Les autres sont appelées **géantes**
- 4- La Terre possède un satellite, la **Lune** ; Mars en possède deux, **Phobos** et **Deimos** ; Pluton un, **Charon**.
- 5- Le nombre de satellites est donné dans le tableau ci-dessous :

| | Mercure | Venus | Terre | Mars | Jupiter | Saturne | Uranus | Neptune | Pluton |
|-----------------|---------|-------|-------|------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Nbre satellites | 0 | 0 | 1 | 2 | 16 | 19 | 5 | 8 | 1 |









Corps célestes

Représentation logique en PROLOG



```

sorte_de(étoile, corps_céleste)
sorte_de(planète,
    corps_céleste)
sorte_de(satellite,
    corps_céleste)
contient(système_solaire,
    soleil)
est_un(soleil, étoile)
est_un(terre, planète)
est_un(pluton, planète)
est_un(mercure, planète)
est_un(venus, planète)
est_un(mars, planète)
est_un(lune, satellite)
...

```

```

tourne_around(mercure, soleil)
tourne_around(venus, soleil)
tourne_around(terre, soleil)
tourne_around(mars, soleil)
tourne_around(pluton, soleil)
...
nbre_satellite(pluton, 1)
nbre_satellite(mars, 2)
nbre_satellite(terre, 1)
nbre_satellite(venus, 0)
nbre_satellite(mercure, 0)
...

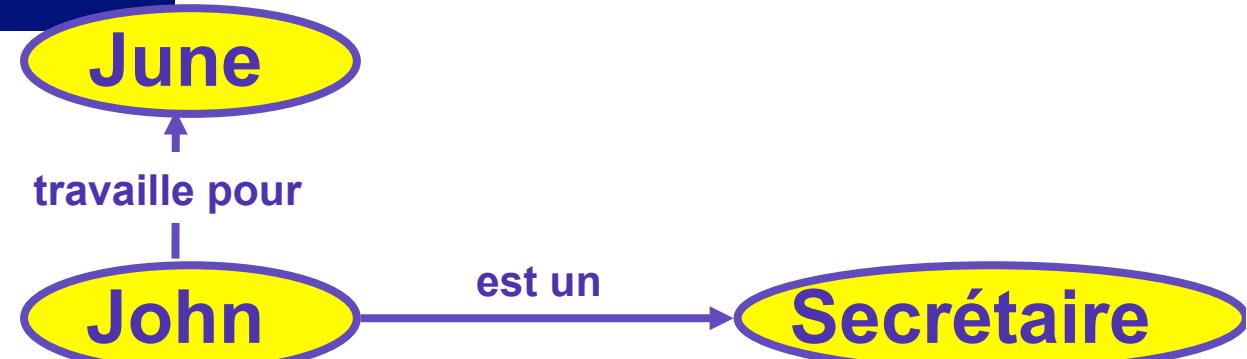
```



1. John est secrétaire et travaille pour June
2. John et June sont des êtres humains
3. John et June travaillent dans le département de R&D de la compagnie X
4. John a 30 ans et des yeux bleus
5. June est directeur
6. Les directeurs ont généralement une voiture de service
7. La plupart des employés de la compagnie des wagons-lits disposent d'une place de parking

exemple

relations
partie_de,
sorte_de,
age,
travaille_dans,
travaille_pour,
est_un,
a_généralement,
a,
couleur.



1. John est secrétaire et travaille pour June

2. John et June sont des êtres humains

3. John et June travaillent dans le département de R&D de la compagnie X

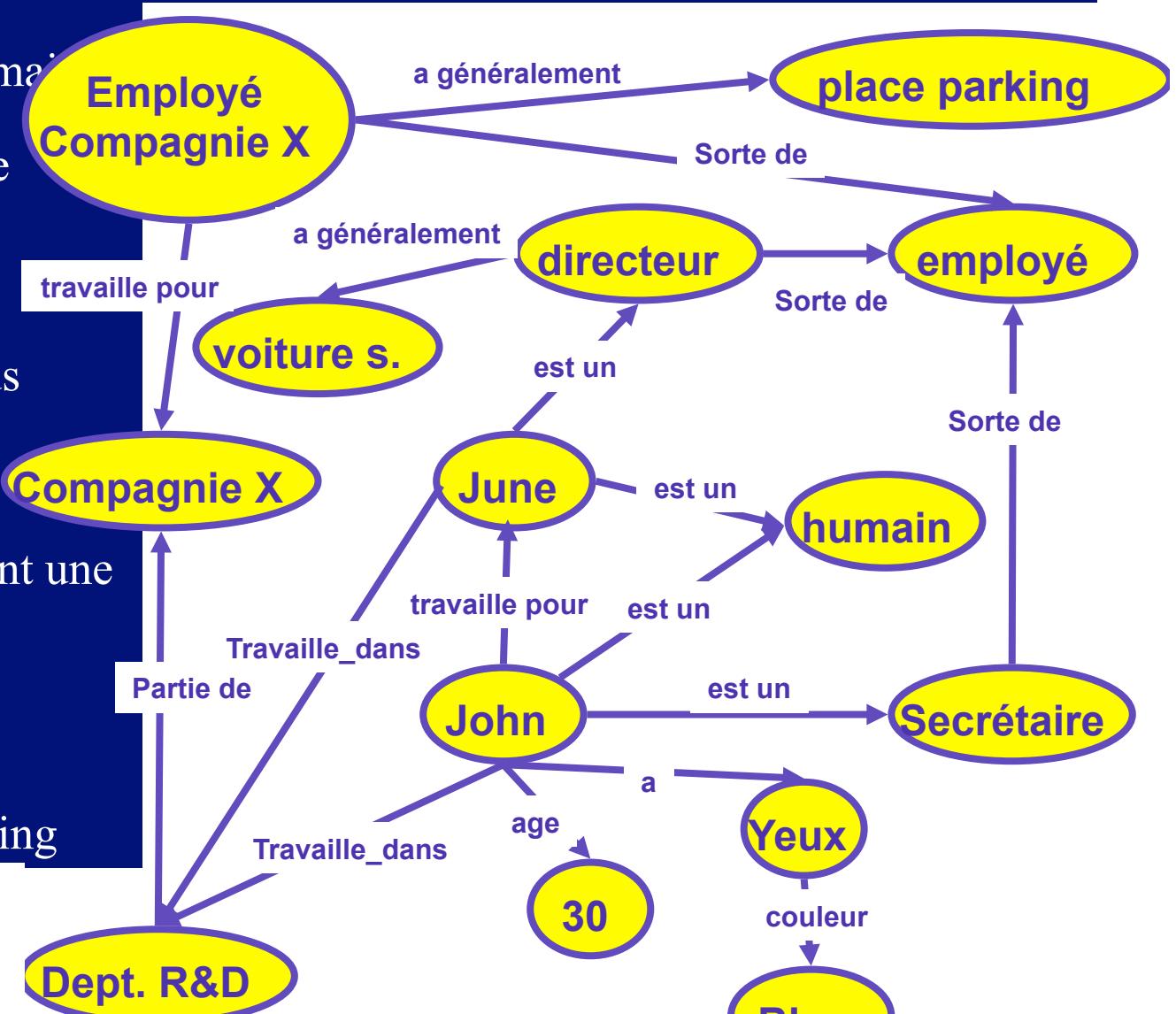
4. John a 30 ans et des yeux bleus

5. June est directeur

6. Les directeurs ont généralement une voiture de service

7. La plupart des employés de la compagnie des wagons-lits disposent d' une place de parking

exemple



Inférence:
**June a (gent) une
voiture de service**

Comment représenter les informations suivantes

- La famille Simpson possède un chat
- La famille Simpson vit à Springfield
- La famille Simpson est constituée de Bart, Lisa, Horner et Marge
- Bart et Lisa sont frères et sœurs
- Bart est le fils de Horner
- Lisa est la fille de Horner
- Bart est le fils de Marge
- Bart possède Médor qui est un chien
- Le père de Horner et Abe
- Horne travaille dans une centrale électrique

Relations:

- possède
- vit à
- membre de
- frère ou sœur
- fils de
- fille de
- travaille dans



L

I

P

6

C

N

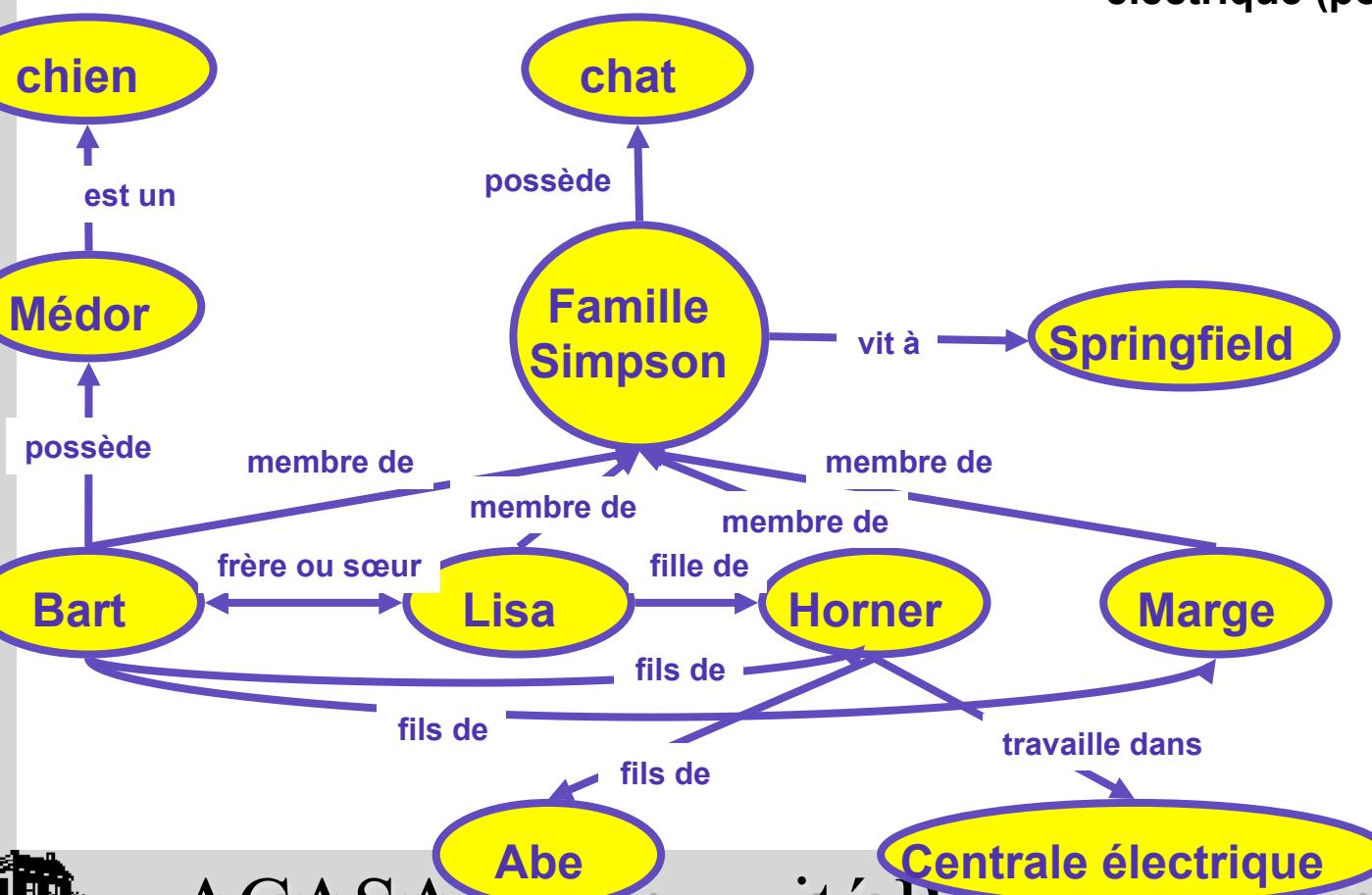
R

S



Utilisation d' un réseau sémantique

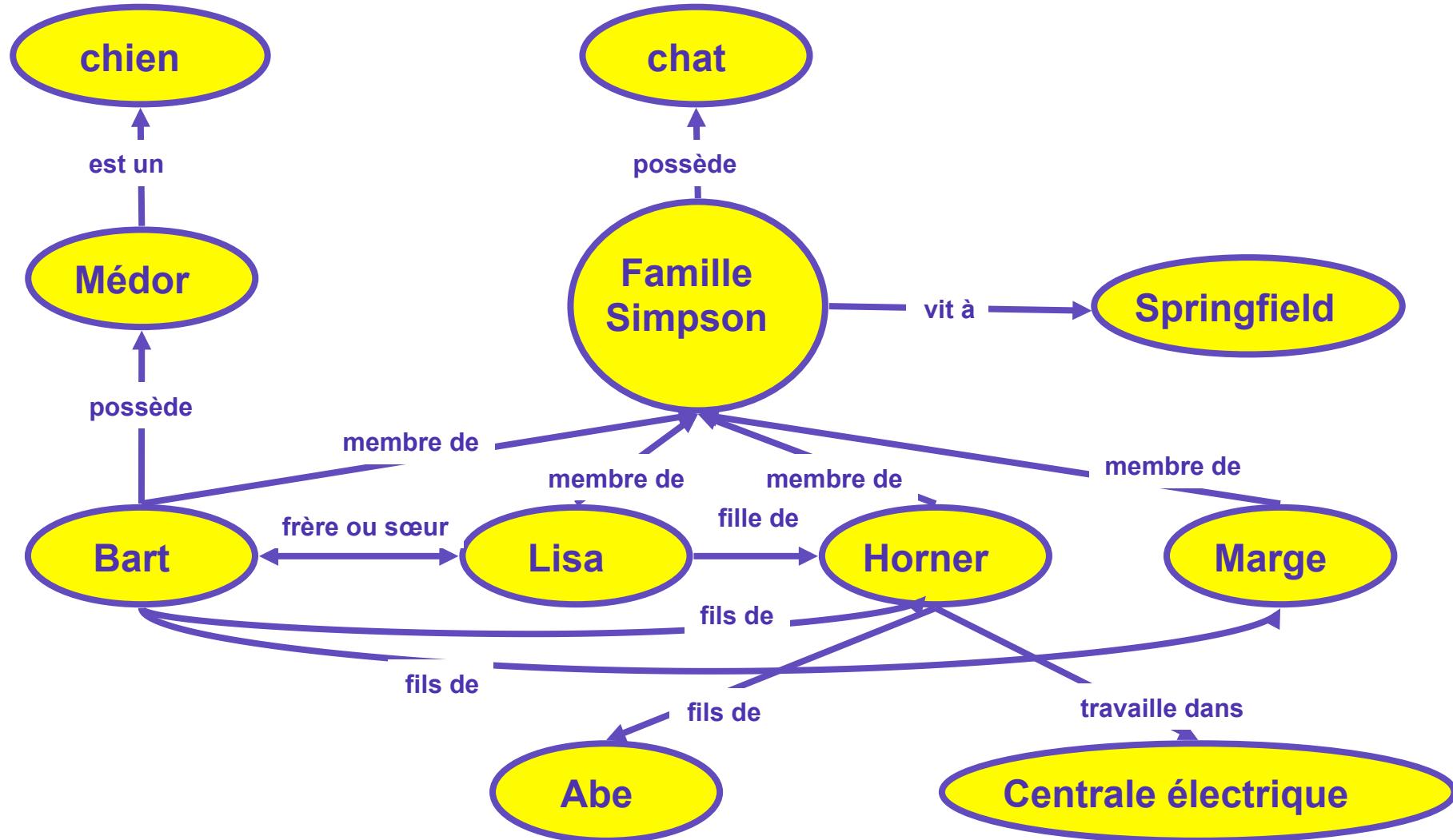
- La famille Simpson possède un chat
- La famille Simpson vit à Springfield
- La famille Simpson est constituée de Bart, Lisa, Horner et Marge
- Bart et Lisa sont frères et sœurs
- Bart est le fils de Horner
- Lisa est la fille de Horner
- Bart est le fils de Marge
- Bart possède Médor qui est un chien
- Le père de Horner et Abe
- Horne travaille dans une centrale électrique (power plant)



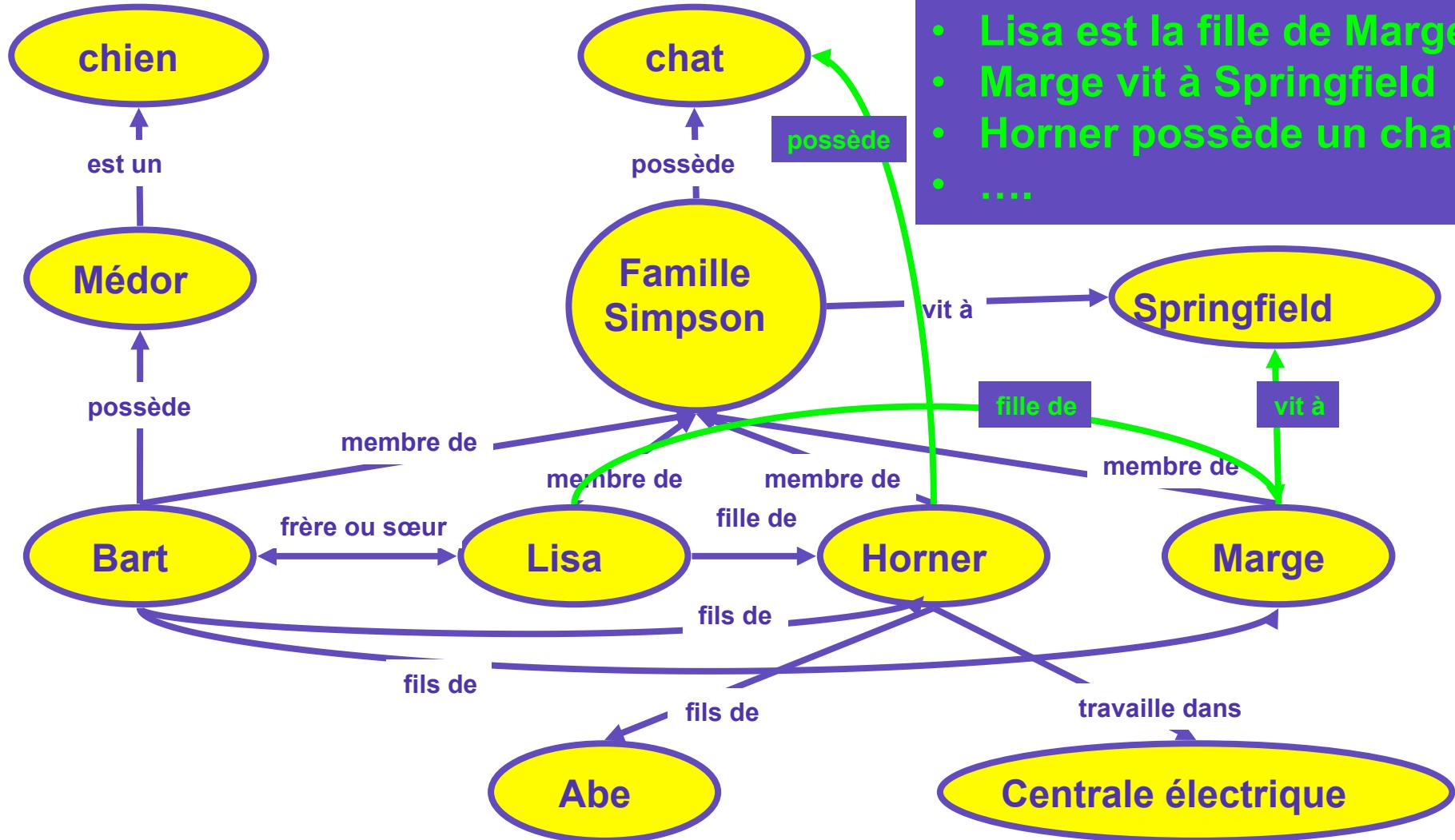
Relations:

- possède
- vit à
- membre de
- frère ou sœur
- fils de
- fille de
- travaille dans
- est un

La famille Simpson en réseau sémantique



Quelles déductions peut-on faire?



Réseaux sémantiques: questions

- Attributs et valeurs

(Jean

(taille 1,75)

(cheveux châtain)

(profession cuisinier))

- Prédicats ?

(Jean

(taille > 1,75)?

(Jean

(taille > taille Jeanne)

- Lien entre objets: où ?

(taille Jean > taille Jeanne)

- Relations: *Jean frappe Jeanne*

(Jean

(taille 1,75)

(cheveux châtain)

(profession cuisinier)

(frappe

(Marie

(taille ?)

(est-frappée Jean)))

- Relations ternaire ?

Paris est entre N-Y et Moscou



« Frames » (cadres)

Minsky 1975 - « A framework for representing knowledge »

Trois notions clefs:

1. **Frame**: entités

2. **Slots**: attributs

- Fentes en anglais

On y glisse des éléments, valeurs ou frames...

- Typage: caractérisation de ce qui remplit un slot

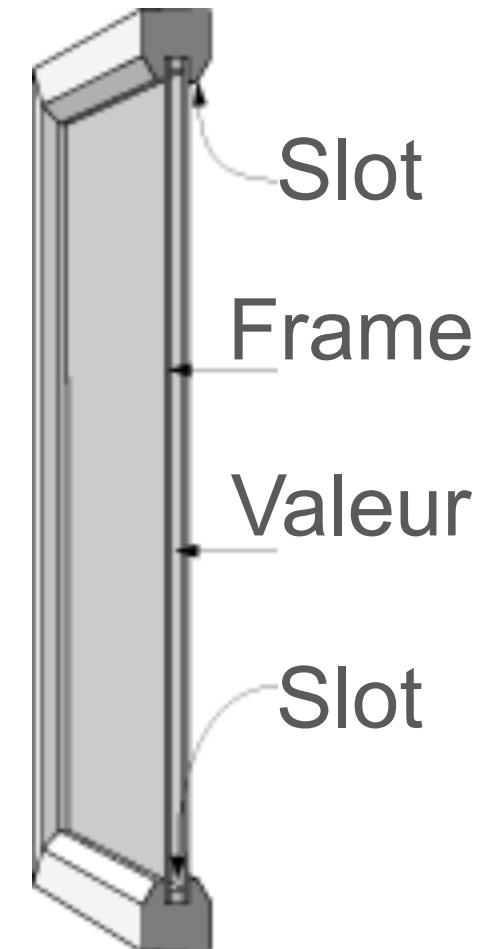
3. **Facets**: facettes

Attaches procédurales:

- Comment remplir un « slot » ?

If-needed, démons, ...

- Transformation des valeurs



Frame - Deux exemples



(Valère

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| (est-un | (valeur personne)) |
| (profession | (valeur valet)) |
| (amis | (valeur { Orgon, Toinette})) |
| (buts l'argent})) | (valeur {être-heureux, dépenser-de- |
| (âge | (valeur 22))) |

(personne

| | |
|-----------------|---|
| (est-un | (valeur être-vivant)) |
| (date-naissance | (type date)) |
| (âge | (type intervalle-entier [0, 120])) |
| jour)) | (si-besoin #calculer (date-naissance, date- |
| (amis | (type personne*)) |
| (buts | (type but*) |
| | (si-ajout #chercher-à-satisfaire-buts))) |

