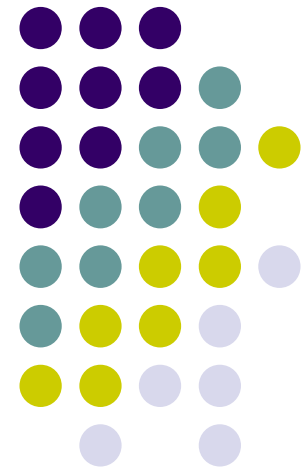


## Chapitre V: Logiques de description

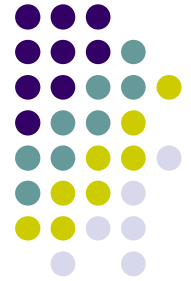
---

### V.1 Les logiques de description : concepts et définitions Langage basique AL



# Plan du cours

- Introduction
- Caractéristiques
- Applications
- LD et Ws
- Composants d'une base de connaissance
  - Le niveau terminologique (TBox)
  - Le niveau assertionnel (ABox)
- Interprétation
- Le langage basique AL



# Introduction



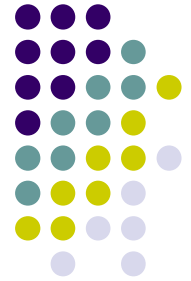
- Les logiques de description forment une famille de langages de représentation de connaissance qui peuvent être utilisées pour représenter la connaissance terminologique d'un domaine d'application d'une façon structurée et formelle
- Ces logiques sont issues de modèles graphiques de représentation de connaissances notamment les réseaux sémantiques (graphes conceptuels) et les frames de Minsky

# Caractéristiques



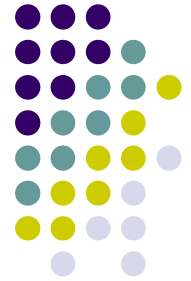
- Dotés d'une sémantique basée sur une logique formelle
- Un fragment décidables de la logique de 1<sup>er</sup> ordre
- raisonnement comme un service central

# LD applications



- la recherche d'information basée sur la logique
- les systèmes d'information basées web
- le traitement du langage naturel
- La gestion de bases de données.

# LD et Ws

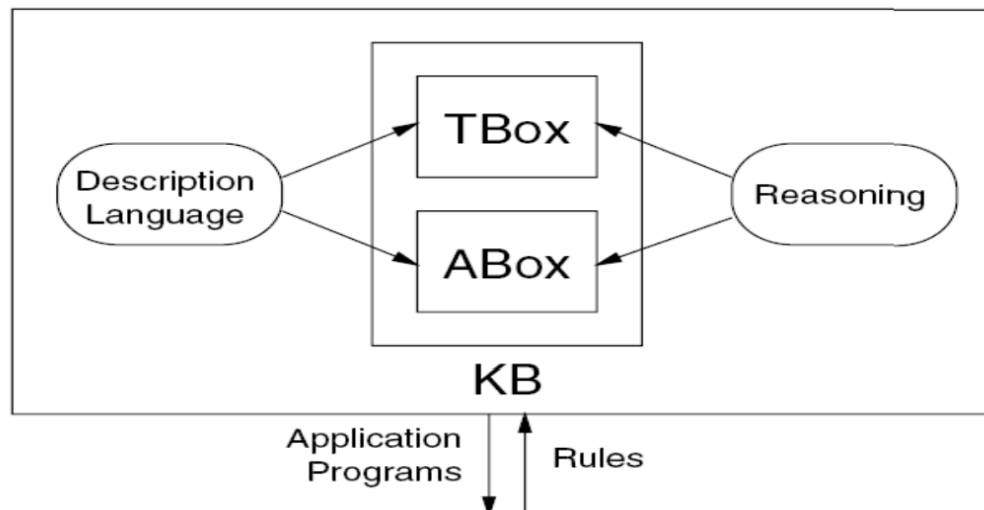


- Le web sémantique utilise les logiques de description pour:
- la construction et la maintenance de ontologies
- raisonnement automatique, pour déduire des nouvelles connaissances dans les ontologies.
- Le raisonnement permet de :
  - vérifier l'intégrité de la base de connaissance
  - inférer des connaissances implicites à partir des connaissances explicites stockées dans la base de connaissances

# Composants d'une base de connaissance



- Une base de connaissances (KB pour Knowledge Représentation) basée sur la logique de description comprend deux composant:
- La Tbox: introduit la **terminologie**, i.e, le vocabulaire du domaine d'une application
- la ABox contient des **assertions** quant à des individus nommés en termes de ce vocabulaire.



*Architecture  
d'un système  
RC basé DL*

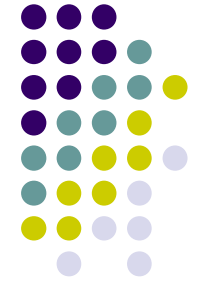
## Le niveau terminologique (TBox)



- Le vocabulaire consiste en des concepts, qui dénotent des ensembles d'individus des rôles qui dénotent des relations binaires entre des individus.
- Quatre types d'élément:
  - concepts atomiques
  - rôles atomiques
  - concepts complexes (composés)
  - Rôles complexes (composés)

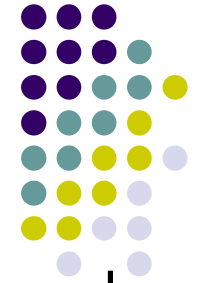


# Le niveau terminologique (TBox)



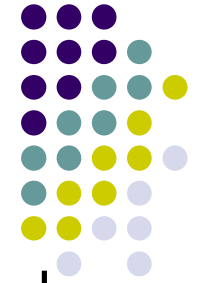
- Exemple de TBOX (*informelle*)
  - Humain
  - Un homme **est** un humain
  - Une femme **est** un humain
  - Un père **est** un homme ayant au moins un humain comme enfant
  - Une mère **est** une femme ayant au moins un humain enfant.
  - Un parent **est** soit un père soit une mère
  - un grand-père **est** un homme ayant au moins un enfant parent
  - une grand-mère **est** une femme ayant au moins un enfant parent

# Le niveau terminologique (TBox)



- Les Entités Atomiques : concepts atomiques et rôles atomiques constituant les entités élémentaires de la LD
- Exemple :
- Concepts vert : **Humain, Homme , femme , mère ,grand-mere:....** concepts atomiques

# Le niveau terminologique (TBox)



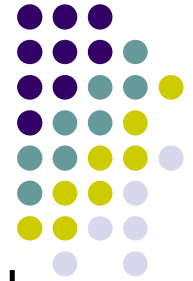
- Les Entités Composées (définis): les concepts et rôles atomiques peuvent être combinés au moyen de constructeurs pour former des entités composées
- **Exemple :**
- Concepts en rouge sont des concepts non atomiques
- un homme ayant au moins un humain comme enfant
- une femme ayant a moins un humain comme enfant
- ...

# Le niveau terminologique (TBox)



- **Les constructeurs** : permettent la combinaison de concepts et rôles atomiques pour former des entités composées tels que: intersection, inclusion, la négation ,union ....
- Exemples :
  - Homme est un humain **ET** male
  - Père est un humain **ET** enfant de **AUMOINS** un enfant
- les constructeurs applicables dépendent de la logique utilisée :AL,ALC , SH ,SHN ...

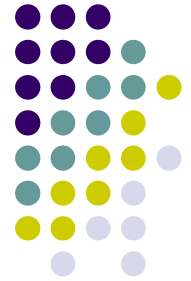
# Le niveau terminologique (TBox)



## Les axiomes terminologiques:

- Les axiomes terminologiques permettent de définir les concepts (représenter le domaine)
- expriment les relations existant entre concepts  
Prend 2 formes :
- Equivalence ou définition ( $\equiv$ )
- Inclusion ( $\sqsubseteq$ )

# Le niveau terminologique (TBox)

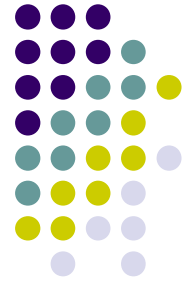


Les axiomes terminologiques:

- **Equivalence ou définition ( $\equiv$ )** : énonce des relations d'équivalence (de définition) entre concepts
- Une définition de concept est un axiome d'équivalence dont la partie de gauche est un concept atomique.
- Sert à associer un nom à un concept complexe
- De tels axiomes sont appelés *axiomes de définition*

# Le niveau terminologique (TBox)

Les axiomes terminologiques:



- **Equivalence ou définition ( $\equiv$ ) :**
- La définition est considérée comme une condition nécessaire et suffisante
- Exemple : Siege  $\equiv$  Meuble dont l'usage principal est s'asseoir
- Dans une TBox un concept atomique ne doit pas être défini plus d'une fois.

# Le niveau terminologique (TBox)



Les axiomes terminologiques:

- **Inclusion** ( $C \sqsubseteq D$ ): déclare que toute entité de la classe C appartient aussi à la classe D,
- De tels axiomes sont appelés *axiomes de spécialisation*
- Exemple :
  - Homme  $\sqsubseteq$  Humain
  - Femme  $\sqsubseteq$  Humain
- L'inclusion présente une condition nécessaire



# Le niveau terminologique (TBox)

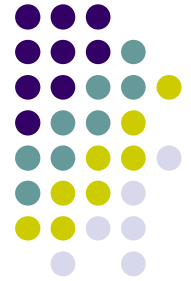
Les axiomes terminologiques:



- concept primitif
- Il est parfois difficile de définir un concept
- Un concept de base ou primitif est concept atomique qui n'est pas défini dans la Tbox:
- Exemples :
  - Humain

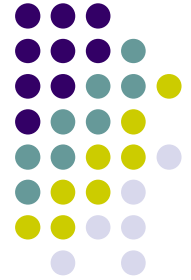
# Le niveau terminologique (TBox)

## Les rôles atomiques et composés



- Rôles atomique
  - mèreDe , pèreDe, amiDe ,
- Role complexes
  - Père et amiDe ,
  - MèreDe ou pèreDe
- constructeurs de rôles complexes:
  - operateurs booléens :  $\neg R$ ,  $R \cup R$ ,  $R \text{ et } R$  2
  - opérateurs de l'algèbre des relations :
    - $R \circ R$  (composition)
    - $R *$  (itération)
    - $R^{-1}$  (converse)
    - $R^-$  (complément)

# Le niveau terminologique (TBox)



- **Concepts prédéfinis**

- T : concepts plus général (tout, top)
- $\perp$  : concept null (rien)

- **Role préfinis**

- RT : rôle plus général
- RN : rôle plus spécifique .

- **Exemple :**

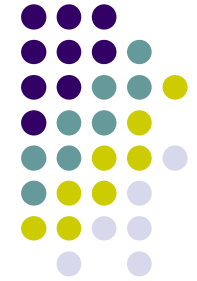
- La classe de tous les individus : T
- La classe des individus homme et femme en même temps :  $\perp$

# Le niveau assertiennel (ABox)



- Une ABox contient 2 types d'assertions sur des individus :
  1. des assertions d'appartenance : spécifiant leur classe et leurs attributs :
    - Ex :
      - Femme(Marie) :Marie est une femme
      - homme(Jhon ) :Jhon est un homme;
  2. des assertions de rôle : spécifiant les relations existantes entre individus :
    - Ex :Marie et la mère de Anne:  
mereDe(Marie ,Anne)

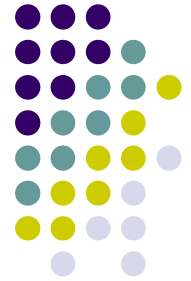
# Interprétation



une interprétation  $\mathcal{I}$  définie par

- un ensemble non vide  $\Delta^{\mathcal{I}}$  (le domaine d'interprétation)
- d'une fonction d'interprétation  $I$ , qui assigne :
  - à chaque concept atomique  $A$  un ensemble  $A^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}}$  : l'ensemble des individus du concepts  $A$
  - et à chaque rôle atomique  $R$  une relation binaire  $R^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$  : ensemble de couples  $(x,y) \subseteq \Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$

# Interprétation



Exemple :

- Soit la tbox suivante (informelle)
- Parent  $\equiv$  qui a au moins un enfant
- ParentDeFemme  $\equiv$  un parent ayant au moins une fille
- Célibataire  $\equiv$  qui n'est pas marié
- HommeMarié  $\equiv$  un homme n'est pas marié
- GrandParentChoye: tous ses fils sont des parents .

et l'interprétation  $\mathcal{I}$  suivante :

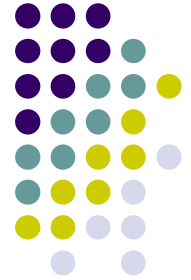
- $\Delta = \{\text{Ahmed, Bilel, Nadir, Tarek, Djamila, Fadila, Said}\}$
- $\mathcal{I}(\text{Homme}) = \{\text{Ahmed, Bilel, Nadir, Said}\}$
- $\mathcal{I}(\text{aEnfant}) = \{(\text{Ahmed, Nadir}), (\text{Bilel, Tarek}), (\text{Bilel, Djamila}), (\text{Nadir, Said})\}$
- $\mathcal{I}(\text{mariéAvec}) = \{(\text{Bilel, Fadila}), (\text{Fadila, Bilel})\}$

# Le langage basique AL



- Il existe plusieurs langage LD :AL,ALC,ALE....
- Les LD se distinguent par les constructeurs qu'elles proposent :
- plus elles ont de constructeurs, plus elles sont expressives, et ont des chances d'être non décidables ou de complexité très élevée
- les LD trop peu expressives ne permettent pas de représenter des domaines complexes.

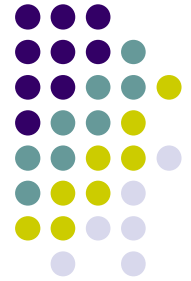
## Le langage basique AL



- Le langage AL (pour Attributive Langage) a été introduit comme un langage minimal ayant un intérêt pratique.
- Les autres langages de la famille AL en sont une extension



# Le langage basique AL



- **Conventions**
- A, B : dénotent des concepts atomiques
- C, D : dénotent des concepts définis

# Le langage basique AL

## Syntaxe

- Les descriptions sont générées selon les règles syntaxiques suivantes

$C, D \rightarrow$	$A$		(concept atomique)
	$\top$		(concept universel)
	$\perp$		(concept bottom)
	$\neg A$		(negation atomique)
	$C \sqcap D$		(intersection)
	$\forall R.C$		(restriction de valeur)
	$\exists R.\top$		(quantificateur existentiel limité)



# Le langage basique AL



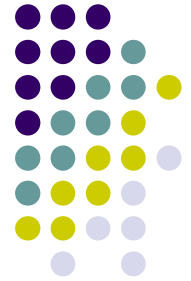
## Constructeurs d' $\mathcal{AL}$ :

$\neg A$	la négation atomique
$C \sqcap D$	l'intersection de concepts
$\forall R.C$	la restriction de valeur (quantification universelle complète)
$\exists R.T$	la quantification existentielle limitée *

- Remarques
  - la négation n'est appliquée qu'aux concepts atomiques
  - Seulement le concept universel est permis à la portée du quantificateur existentiel
  - ne permet pas la spécification de rôles composés<sup>27</sup>

# Le langage basique AL

## Signification des constructeurs avec quantification



- $\exists R.T$  : les individus qui ont au moins une relation de type R avec un individu de n'importe quel type.
- $\forall R.C$  : les individus dont toutes les relations de type R se font avec des individus de type C.
- Exemples: sur les cités .
- $\text{citéModerne} = \exists \text{ contientEcole.T}$
- $\text{citéCompacte} = \forall \text{ contient.Logement}$
- $\forall \text{ contient.}\neg\text{Ecole,}$
- $\exists \text{ voisin.T,}$
- $\neg \text{voisin} (\exists \text{ contientEcole T})$

# Le langage basique AL

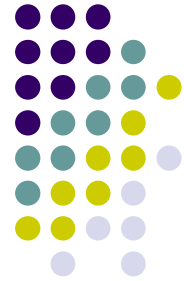
## •Sémantique ALC

Un interprétation  $I$  est une paire  $(\Delta^I, \cdot^I)$  où

- $\Delta^I$  est un ensemble (le domaine) et
- $\cdot^I$  est une fonction d'interprétation :

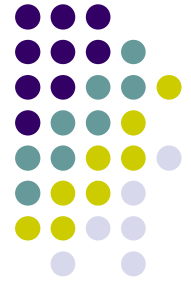
Tel que

$$\begin{aligned}\top^I &= \Delta^I \\ \perp^I &= \emptyset \\ (\neg A)^I &= \Delta^I \setminus A^I \\ (C \sqcap D)^I &= C^I \cap D^I \\ (\forall R.C)^I &= \{a \in \Delta^I \mid \forall b. (a, b) \in R^I \rightarrow b \in C^I\} \\ (\exists R.\top)^I &= \{a \in \Delta^I \mid \exists b. (a, b) \in R^I\}\end{aligned}$$



# Le langage basique AL

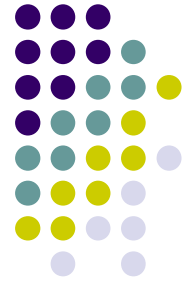
## •Description des roles



- **Domaine** :pour exprimer qu'un rôle R ne peut s'appliquer qu'à des individus de la classe C, on écrira l'axiome suivant :  $\exists R.T \sqsubseteq C$ .
- *Exemple* :
- $\exists a\text{Enfant}.T \sqsubseteq \text{Personne}$
- $\exists \text{estConjointDe}.T \sqsubseteq \text{Personne}$
- $\exists \text{nom}.T \sqsubseteq \text{Personne}$
- $\exists \text{age}.T \sqsubseteq \text{Personne}$

# Le langage basique AL

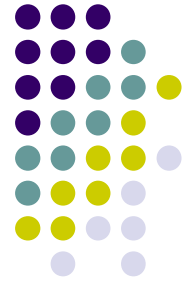
## •Description des roles



- **Image** : Pour représenter que tous les individus du rang (image) d'un rôle R appartiennent à la classe C, on écrira l'axiome  $T \sqsubseteq \forall R.C$
- *Exemple* :
- $T \sqsubseteq \forall a \text{Enfant}. \text{Personne}$
- $T \sqsubseteq \forall \text{estConjointDe}. \text{Personne}$
- $T \sqsubseteq \forall \text{nom}. \text{xsd:string}$
- $T \sqsubseteq \forall \text{age}. \text{xsd:int}$

# Le langage basique AL

## •Description des roles

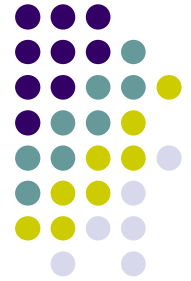


- **Role rôle fonctionnel** :  $T \sqsubseteq \leq 1$  conjointDe
- **Role injectif**  $T \sqsubseteq \leq 1$  conjointDe -
- **rôle symétrique**  $amiDe = amiDe$  -
- **Sous role**  $pereDe \sqsubseteq parentDe$



# Le langage basique AL

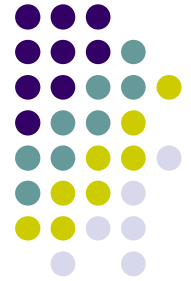
## ▪ Description du monde (ABox)



- ABox, fournit une *description du monde*.
- La ABox introduit des individus en spécifiant leurs noms, les concepts auxquels ils appartiennent, et leurs relations avec d'autres individus

# Le langage basique AL

- Description du monde (ABox)



## ❖ Description des individus

### □ Déclarer des individus

- On écrit  $C(a)$  pour indiquer que  $a$  un individu appartenant à l'ensemble dénoté par le concept  $C$
- *Exemple :*
  - *Homme(Ahmed)*
  - *Medecin(Farid)*

# Le langage basique AL

## ▪ Description du monde (ABox)



## ❖ Description des individus

### □ Déclarer des relations entre individus

- On écrit  $R(a, b)$  pour indiquer que  $a$  et  $b$  sont liés par la relation  $R$  ou: l'individu  $b$  remplit le rôle  $R$  pour l'individu  $a$
- *Exemple :*
  - $aEnfant(Ahmed, Samir)$
  - $filDe(Said, Farid)$
  - $Habite(Amine, Alger)$

# Le langage basique AL

## ▪ Description du monde (ABOX)

## ❖ Description des individus



- entités différentes
- FRANCISCO  $\neq$  CHICO
  
- Entités identiques
- FRANCISCO = CHICO

# Le langage basique AL

- Description du monde (ABox)
- Référencier un individu dans une TBOX



- Pour référence explicitement à l'entité **a** dans la définition d'un concept **C**
- on écrira C:a
- Exemple :
- CitoyenAlgerien est une personne née En Algerie ou naturalisée par l'Algerie
- CitoyenAlgerien  $\equiv$  lieuNaissance : Algerie  $\sqcup$  naturaliséPar : Algerie

## Conclusion



- Les logiques de description sont un formalisme riche doté d'une sémantique formelle .
- ces logiques permettent de représenter des concepts (aussi appelés *classes*) d'un domaine et les relations (aussi appelées *rôles*) qui peuvent être établies entre les instances de ces classes.