



Méta-ontologies et ontologies dans MIMOSA

Jean-Pierre Müller
CIRAD-TERA-GREEN/LIRMM
jean-pierre.muller@cirad.fr

COSMAGEMS - 8 janvier 2006



Introduction

Les ontologies

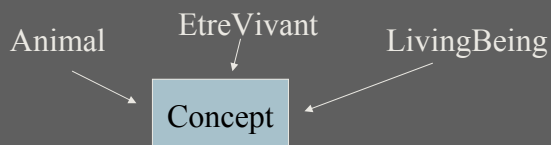
- ⇒ En philosophie:
 - Domaine de la métaphysique traitant de l'être
- ⇒ En informatique:
 - Spécification d'une conceptualisation d'un domaine
 - Conceptualisation: identification d'objets pertinents et regroupement en catégories et leurs relations
 - Spécification: formalisation de cette conceptualisation
 - Ensemble de concepts/classes/catégories/types structuré par des relations taxinomiques et sémantiques, portant sur des structures d'individus/objets/entités

Les méta-ontologies

- ⇒ « Animal » est un concept/classe/catégorie
- ⇒ « Classe » est un méta-concept/classe/catégorie
- ⇒ Dire que nous allons décrire une réalité par les « objets » qui la compose et allons la structurer en « catégories » ou en « classes » est introduire une méta-ontologie (pauvre!).

Limites (1)

- ⇒ Animal/Etre Vivant/Living Being: synonymes?
- ⇒ Solution 1:
 - Séparer terminologie et concepts



- Concepts absolus indépendants de la langue (Chomsky, Platonisme)

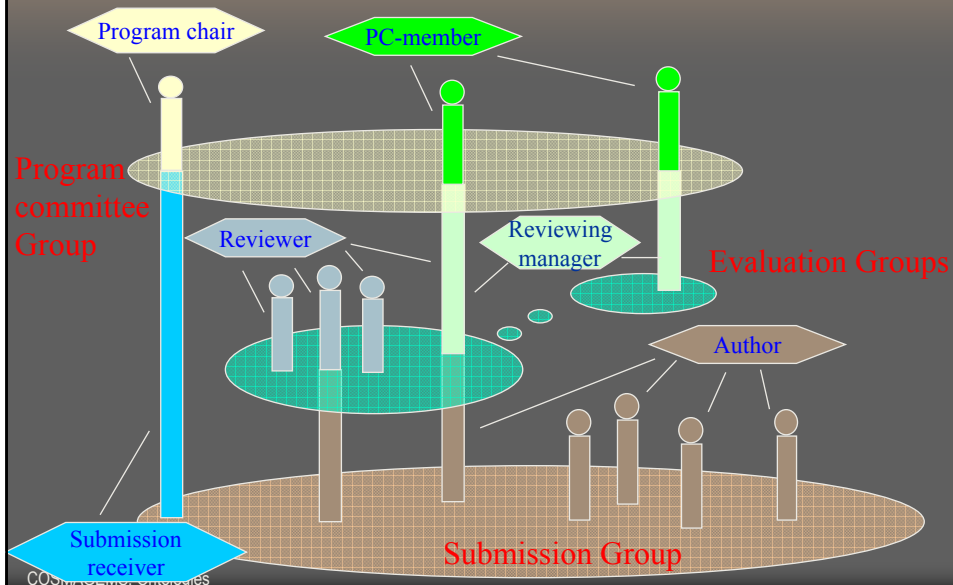
Limites (2)

- ⇒ Solutions 2:
 - Il n'y a ni réalité ni concepts absolus: seulement des discours selon des points de vue
 - Les termes sont contextuellement en relation, éventuellement synonymes.

Et les SMA?

- ⇒ Les systèmes multi-agents orientés-agents
 - Des agents en interaction dans un environnement
 - Types d'agents: catégorisation des agents
- ⇒ Les systèmes multi-agents orientés-organisation
 - Des rôles en interaction dans des organisations
 - Les agents coordonnent ces rôles (ou aspects) en participant à diverses organisations
 - Organisations comme points de vue sur la structure/dynamique du système

Exemple du comité de programme



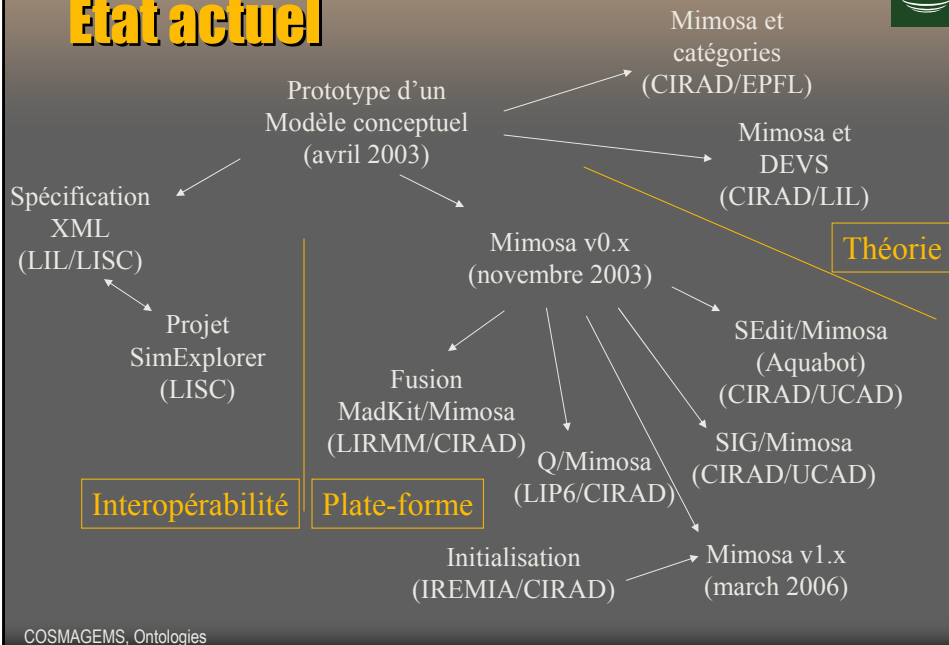
Cahier des charges

- ⇒ Enrichir les méta-ontologies:
 - Des domaines différents produisent des méta-ontologies éventuellement différentes
- ⇒ Les méta-ontologies comme grammaires:
 - Les méta-ontologies structurent le discours
- ⇒ Les ontologies comme points de vue
 - Articulations d'aspects et de catégorisations relativement un certain point de vue

L'initiative MIMOSA

CIRAD, LIRMM, IRD, LIP6, CEMAGREF,
INRA, ENST-Bretagne, ENIB, LIL, LIFL,
IREMIA, EMSE, DIAM-IUSPIM

Etat actuel



Interopérabilité

Plate-forme

Théorie

Architecture (1)

⇒ Niveau 0:

- Niveau de couplage des modèles
 - Spécification des aspects dynamiques
- Méta-ontologie: entités et types d'entités

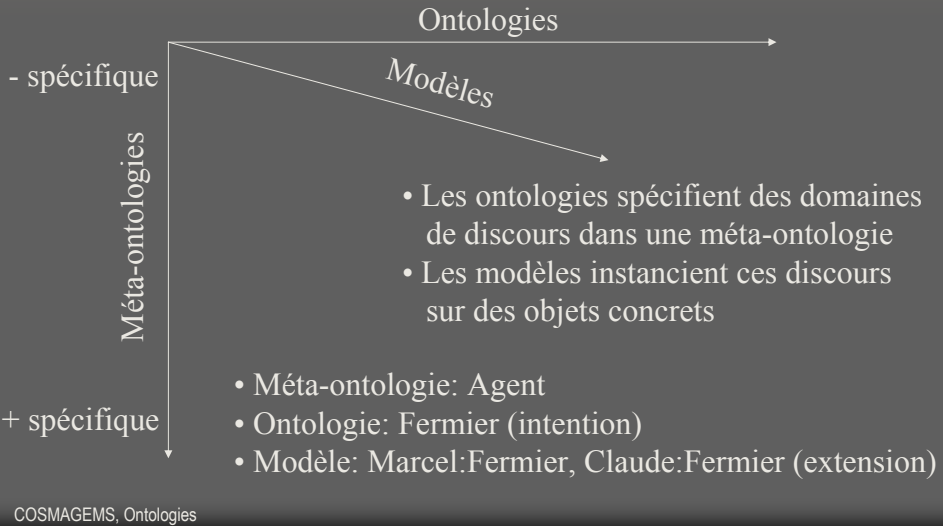
⇒ Niveau 1:

- Niveau abstrait de structuration des méta-ontologies
 - Spécification des aspects structurels
- Méta-ontologie: composants, composés, relations et leurs types

⇒ Niveau 2:

- Catalogue de méta-ontologies pour décrire les ontologies
 - Ouverture vers la multi-formalisation
- Méta-ontologies comme spécialisations de la méta-ontologie de niveau 1

Architecture (2)



Niveau 0

Méta-ontologie (1)

⇒ Entité:

- Un objet du domaine du discours
- Vue interne:
 - Communique via des ports (noms)
- Vue externe:
 - Un port est lié à une ou plusieurs entités

⇒ Un modèle est

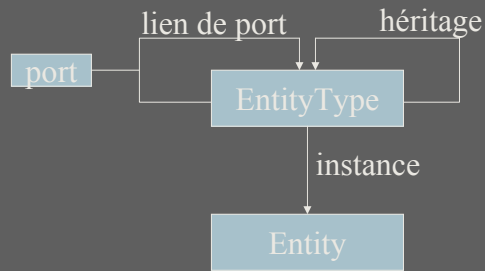
- Un ensemble d'entités liées entre elles
- Une spécification de l'état initial pour chaque entité
- Ex.: diagramme d'objets d'UML

Méta-ontologie (2)

⇒ Type d'entité:

- Décrit ce qu'il y a de commun à plusieurs entités
 - Attributs
 - Ports: à quels types et à combien d'entités on peut les lier
 - ◆ Liens sémantique
 - Super type
 - ◆ Lien taxinomique
- Ex.: diagramme de classes d'UML avec deux types de liens:
 - Héritage
 - Association mono-directionnelle

Méta-ontologie (3)

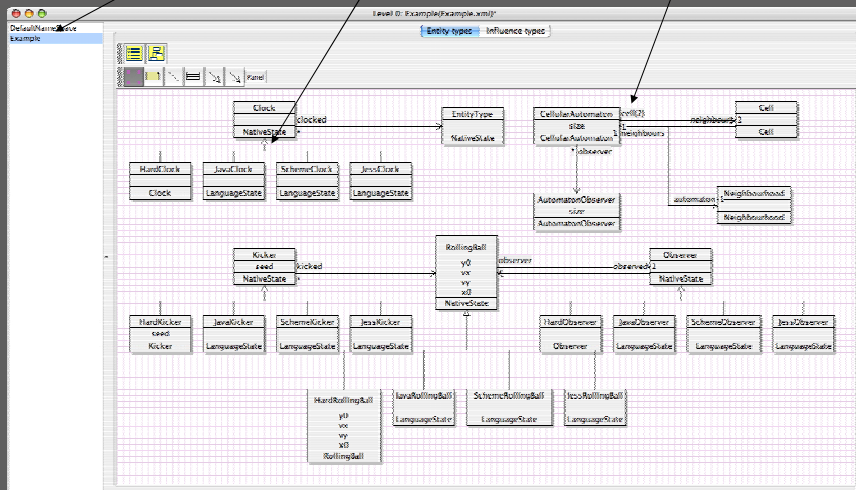


Editeur conceptuel

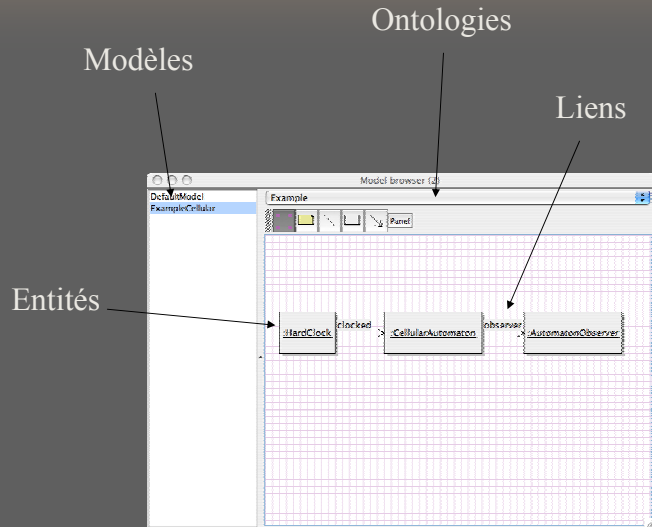
Ontologies (Name space)

Liens sémantiques

Liens taxinomiques



Editeur de modèles



COSMAGEMS, Ontologies

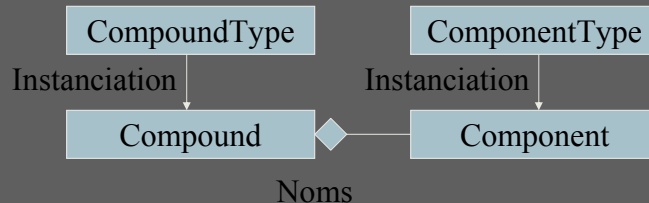


Niveau 1

Méta-ontologie (1)

Les entités:

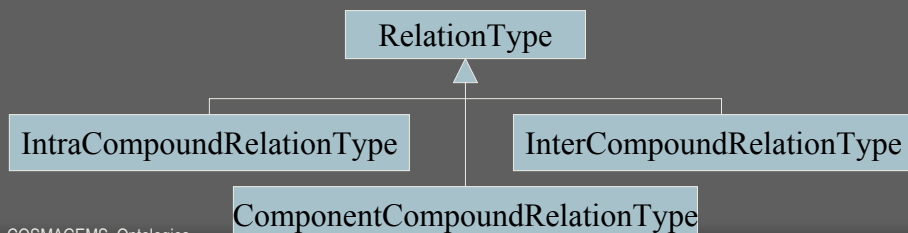
- Composants (éléments):
 - Entités atomiques
 - Types et instances: Component, ComponentType
- Composés (ensemble):
 - Entités décomposables
 - Types et instances: Compound, CompoundType



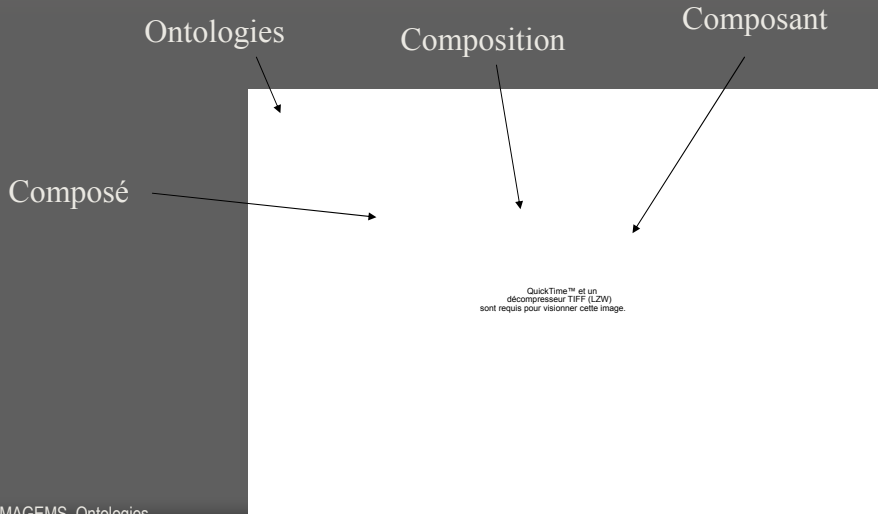
Méta-ontologies (2)

Les relations:

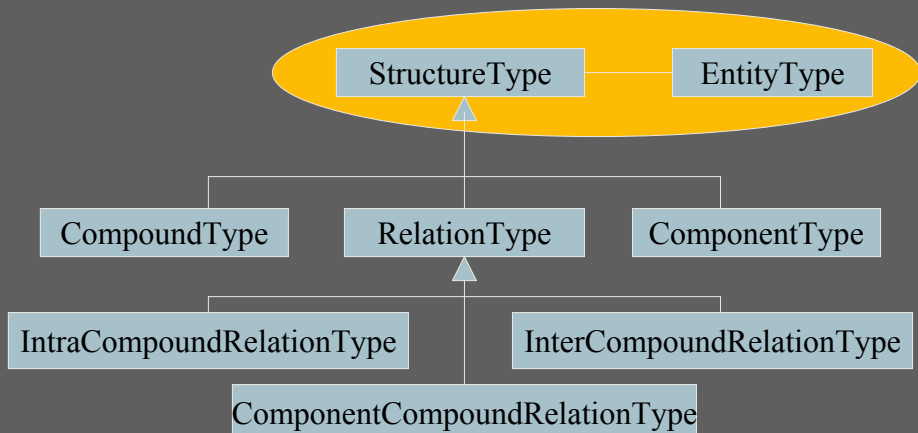
- Relations entre les composants d'un composé
 - Relations sur un ensemble
- Relations entre deux composés
 - Relation entre deux ensembles
- Relations entre un composant et un composé
 - Hiérarchie



Editeur conceptuel



Lien niveau 1/niveau 0



Niveau 2: les méta-ontologies du thématicien

- ⇒ Espace
- ⇒ Temps
- ⇒ Concepts
- ⇒ Automates cellulaires
- ⇒ SMA
- ⇒ ...

Espace (1)

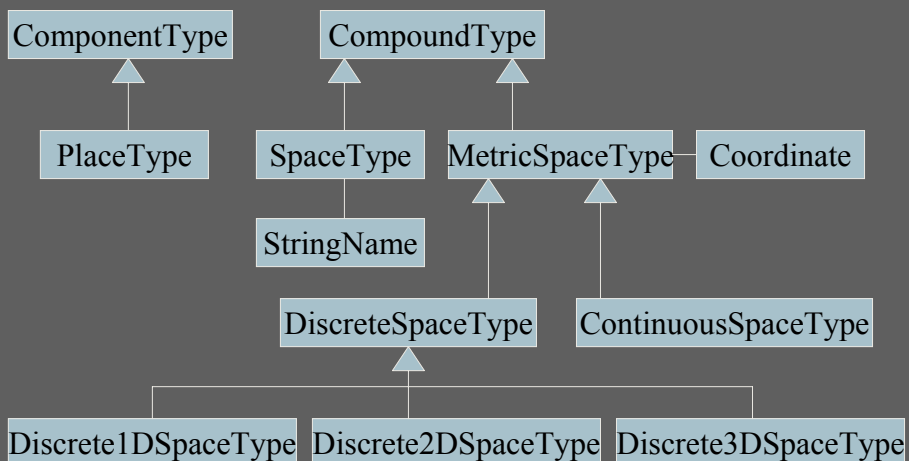
- ⇒ Structure:
 - Composant = lieu
 - Composé = espace (ensemble de lieux)
 - Nommage:
 - Les lieux peuvent avoir des noms (Montpellier, France, ...)
 - ◆ Relations qualitatives entre lieux:
 - Adjacence, inclusion, etc.
 - Relations de Allen sur l'espace
 - Les lieux peuvent avoir des coordonnées discrètes ou continues
 - Un composé peut être considéré comme un champs (un ensemble de fonctions de coordonnées dans un domaine de valeur)

Espace (2)

Relations:

- Sur les lieux avec des noms:
 - Qualitatives sur l'espace: adjacence,...
 - Qualitatives entre espaces
 - Hiérarchies spatiales
- Sur des lieux avec coordonnées
 - Induites des coordonnées elles-mêmes
 - Changement de coordonnées entre espaces
 - Multi-échelle

Espace (3)



Remarque

⇒ Les lieux sont distincts de leur(s) représentation(s) géométrique(s)

RN 7



ArbreX



Parcelle



La méta-ontologie géométrique (1)

⇒ Composants: les objets géométriques

- Les objets ponctuels:

- Icônes, textes
- Attributs: position, orientation, couleur, police, taille, etc.

- Les objets linéaires:

- Lignes, courbes, combinaisons
- Attributs: position, orientation, taille, épaisseur, couleur, etc.

- Les objets surfaciques:

- Ellipses, polygones
- Attributs: position, orientation, couleur intérieure, couleur/épaisseur du bord, taille, etc.

- Les objets volumiques:

La méta-ontologie géométrique (2)

⇒ Composés:

- Ensemble d'objets géométriques
- Visualisables

⇒ Relations:

- Entre tout composé et un composé géométrique:
 - Définition de sa forme visuelle
 - Plusieurs formes possibles
 - Liens entre les attributs des composants et les attributs géométriques



Vers une modélisation sémiotique

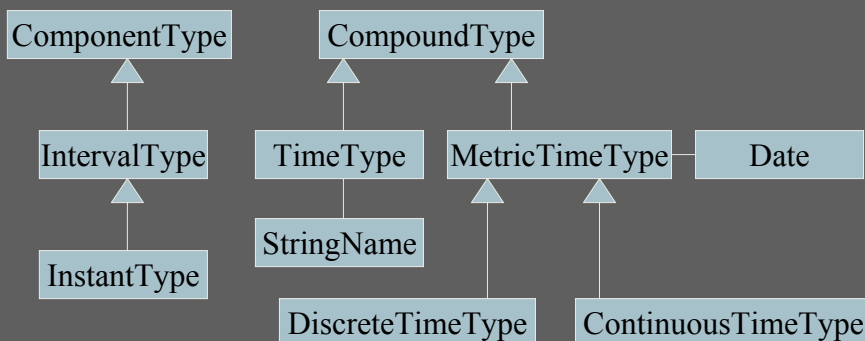
Niveau 2: les méta-ontologies du thématicien

- ⇒ Espace
- ⇒ Temps
- ⇒ Concepts
- ⇒ Automates cellulaires
- ⇒ SMA
- ⇒ ...

Différents types de temps

- ⇒ Temps du calcul:
 - Séquence des évènements par l'enchaînement du calcul
- ⇒ Temps simulé:
 - Interprétation du temps du calcul comme écoulement du temps du phénomène simulé
- ⇒ Temps de l'observation:
 - Le temps dans lequel les processus sont mesurés
- ⇒ Temps représenté:
 - La description des évènements dans le temps: équivalent à l'espace

Méta-ontologie du temps représenté



Niveau 2: les méta-ontologies du thématicien

- ⇒ Espace
- ⇒ Temps
- ⇒ Schémas
- ⇒ Automates cellulaires
- ⇒ SMA
- ⇒ ...

Représentations centrées-objets

- ⇒ Les langages centrés-objets (\neq orientés-objets!!!) décrivent les ontologies:
 - Ex.: FRL, SRL, KRL, Sherpa
- ⇒ Propriétés:
 - Visibilité de leurs descriptions
 - Pas de distinction classe-instance
 - Similaire aux graphes conceptuels
- ⇒ Actuellement, l'ingénierie des connaissances utilise les logiques de description (LD)

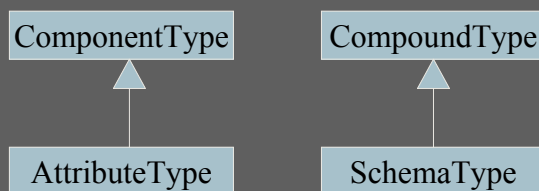
Extensions dans Mimosa

- ⇒ Structuration en espaces de noms (i.e. ontologies)
- ⇒ Taxonomies des points de vue sur les objets plutôt que les objets eux-mêmes
- ⇒ Etat associé pour en décrire la dynamique
 - Distinction classe-instance plus importante (entre centré-objet et orienté-objet)
- ⇒ Nommage des instances
 - Le nom d'un concept dépend du contexte
 - Les noms peuvent être indexés

Schémas

- ⇒ Description structurée d'un ensemble d'éléments:
 - Exemple: une voiture (composé) est composée de 4 roues, un moteur, etc. (ses composants).
- ⇒ Structure:
 - Composants:
 - Les attributs avec leur type et leur cardinalité
 - Composés:
 - Les schémas comme ensemble d'attributs accessibles par leur nom d'attribut
 - Les relations peuvent être quelconques.

Implémentation



Niveau 2: les méta-ontologies du thématicien

- ⇒ Espace
- ⇒ Temps
- ⇒ Concepts
- ⇒ Automates cellulaires
- ⇒ SMA
- ⇒ ...

Les automates cellulaires

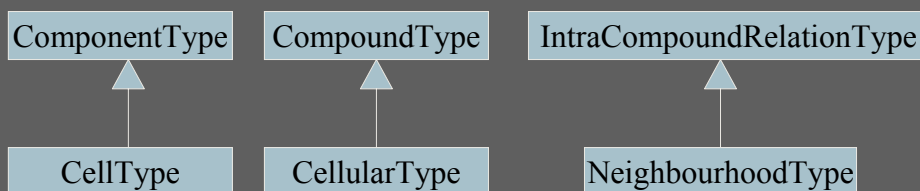
⇒ Structure:

- Composants: les cellules:
 - Fonction de transition
- Composés: la matrice 1 à 3 dimensionnelle de cellules:
 - Dérivés de la notion d'espace discret
- Relations:
 - Voisinages de Von Neumann et de Moore, toroïdaux ou pas

⇒ Dynamique (cellules et automates):

- Evolution synchrone ou asynchrone sur un « tick » d'horloge

Implémentation



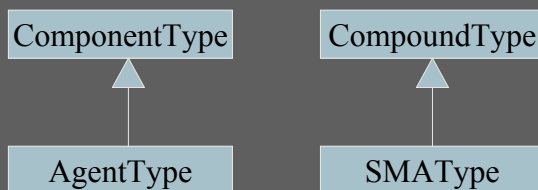
Niveau 2: les méta-ontologies du thématicien

- ⇒ Espace
- ⇒ Temps
- ⇒ Concepts
- ⇒ Automates cellulaires
- ⇒ SMA
- ⇒ ...

Les agents

- ⇒ Les agents sont un point de vue particulier sur les entités en tant qu'agents (et non pas environnement, objet, etc.)
- ⇒ Structure:
 - Composants: les agents
 - L'état contient une boîte aux lettres pour stocker les événements (= messages)
 - Composés: les populations d'agents
 - Contient tous les agents d'un modèle
 - Différent des groupes

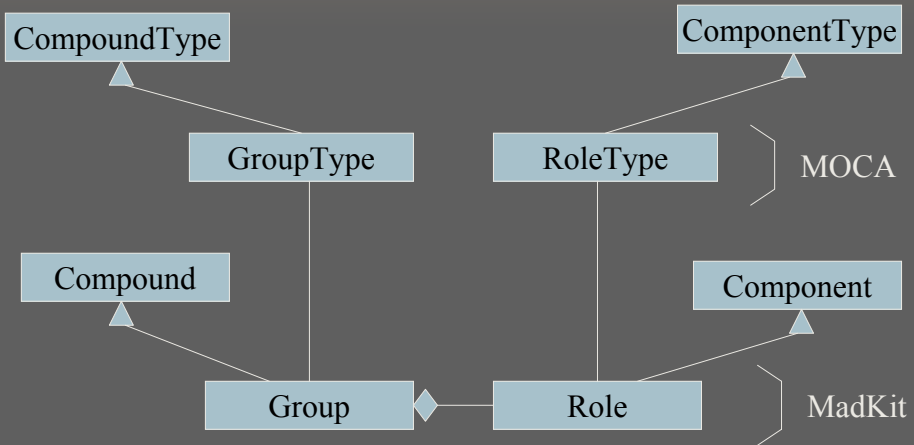
Implémentation



Le modèle AGR

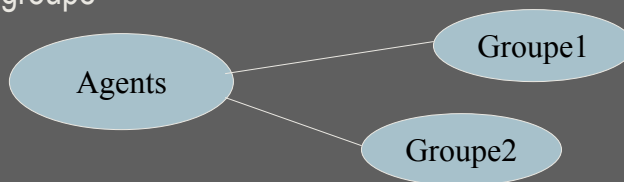
- ⇒ Les agents prennent des rôles dans des groupes:
 - Ils peuvent participer à plusieurs groupes
- ⇒ Structure:
 - Composants: les rôles
 - Ils définissent ce qu'un agent ou une entité peut faire dans une organisation
 - Composés: les groupes
 - Ils définissent les règles d'échange entre les rôles d'une même organisation

Implémentation



Prise de rôle

- ⇒ Prise d'un rôle dans un groupe par un agent:
 - Relation entre la population des agents et chaque groupe



- Prise de rôle = modification de la relation

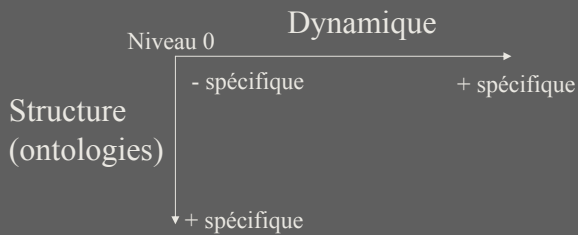
Généralisation

- ⇒ Tous les objets ont des rôles/aspects multiples selon le point de vue (pas seulement les agents)
- ⇒ Généralisation:
 - Considérer tout composé comme un point de vue
 - Considérer les relations entre composés comme des articulations entre points de vue
- ⇒ Remarque:
 - Même considérer un ensemble d'objets(d'agents) est un point de vue!!!

Dynamique

Articulation ontologie/dynamique

- ⇒ L'articulation se fait au niveau 0
- ⇒ On peut spécifier un comportement dans chaque type d'entité



COSMAGEMS, Ontologies

Dynamique de base: DEVS atomique

QuickTime™ et un
décompresseur TIFF (LZW)
sont requis pour visionner cette image.

COSMAGEMS, Ontologies

Propriétés

- ⇒ Comportements pro- et réactifs
- ⇒ La réaction à un événement est toujours avec retard (contrainte physique)
- ⇒ Le temps est spécifié par intervalles
 - Dans X temps, faire Y
- ⇒ La nature d'un état n'est pas spécifié
 - Peut être un fonction continue du temps



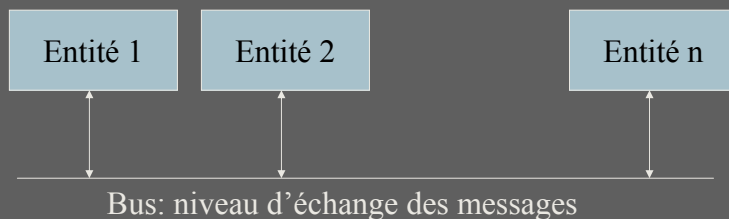
COSMAGEMS, Ontologies

Protocole //-DEVS étendu

- ⇒ Initialisation:
 - void instanceInitialize()
 - void initialize()
- ⇒ Transitions pures:
 - void internalTransition(interval)
 - Influences outputTransition(interval)
 - Influences externalTransition(interval,influences)[]
 - Influences logicalTransition(interval,influences)
- ⇒ Transitions confluentes:
 - Influences confluentInternalTransition(interval, influences)
 - Influences confluentOutputTransition(interval, influences)
- ⇒ Comportement spontané:
 - InternallInfluence nextTransition(interval)[]

COSMAGEMS, Ontologies

Couplage d'entité



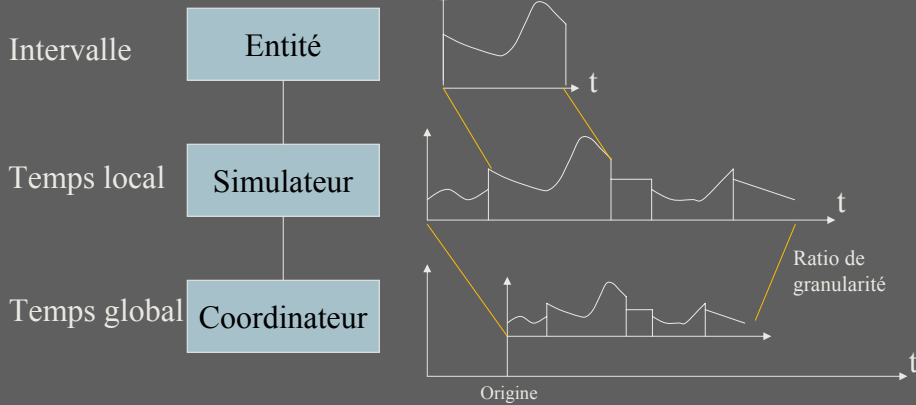
Entité: unité exécutable/communicante

Modèle: un ensemble d'entités couplées

Extension

- ⇒ //-DEVS:
 - Prise en compte des évènements simultanés
- ⇒ Observation de l'état:
 - Deux possibilités:
 - Observation comme mesure physique
 - Observation absolue: introduction d'évènements instantanés: les événements logiques ←
- ⇒ Chaque entité a une ligne de temps propre (origine, granularité => échelle)
- ⇒ Les entités peuvent être créées/détruites dynamiquement

Architecture de simulation



Les temps

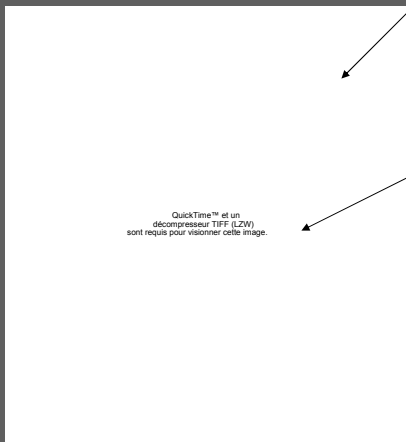
- ⇒ Le temps du calcul
 - L'ordinateur exécute les entités dans un certain ordre
- ⇒ Le temps mathématique
 - Les événements sont annotés par une valeur croissante au fil du calcul
 - MIMOSA garantit la cohérence du temps mathématique local et global
- ⇒ Le temps simulé
 - On ajoute des unités aux valeurs croissantes
 - Interprétation en termes de temps « réel »

Protocole //-DEVS étendu

- ⇒ Initialisation:
 - void instanceInitialize()
 - void initialize()
- ⇒ Transitions pures:
 - void internalTransition(interval)
 - Influences outputTransition(interval)
 - Influences externalTransition(interval,influences)[]
 - Influences logicalTransition(interval,influences)
- ⇒ Transitions confluentes:
 - Influences confluentInternalTransition(interval, influences)
 - Influences confluentOutputTransition(interval, influences)
- ⇒ Comportement spontané:
 - InternalInfluence nextTransition(interval)[]

Spécification des comportements

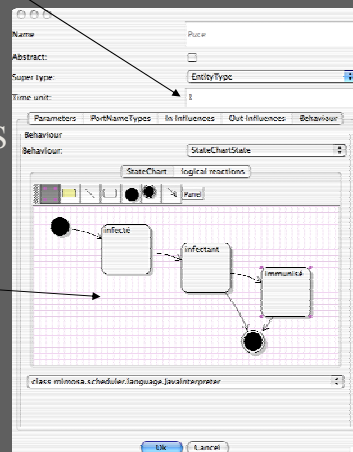
Ratio de granularité



QuickTime™ et un décompresseur TIFF (LZW) sont requis pour visionner cette image.

Spéc. DEVS

Spéc. diagramme d'états



Conclusion et perspectives

Conclusion (1)

⇒ MIMOSA est:

- Une architecture de spécification: méta-ontologies, ontologies, dynamiques, états initiaux, visualisation
- Un éditeur générique:
 - Des modèles conceptuels et donc des ontologies thématiques
 - Des modèles instanciés en vue de leur simulation
 - Des visualisations des simulations
- Une architecture d'intégration multi-modèles

Conclusion (2)

- ⇒ Niveau 0:
 - Méta-ontologie standard minimale
- ⇒ Niveau 1:
 - Méta-ontologie ensembliste comme interprétation du niveau 0
- ⇒ Niveau 2:
 - Méta-ontologies spécifiques aux domaines

Conclusion (3)

- ⇒ Processus de modélisation:
 - Spécification des méta-ontologies et ontologies:
 - Composants, composés et relations
 - Spécification de la dynamique:
 - Etats, évènements
 - Spécification du temps:
 - Les ratio de granularité, les unités
 - Spécification de la visualisation:
 - Les grandeurs mesurables d'une entité (sondes), les mises en correspondances avec des visualisations

Perspectives (1)



- ⇒ Niveau 0:
 - Distribution et spécification de la distribution
 - Implémentation d'un ensemble d'entités d'observation/visualisation
 - Méthodes d'initialisation:
 - A partir de bases de données
 - A partir de cartes (cf. GEAMAS)
- ⇒ Niveau 1:
 - En cours de finalisation
 - Exploitation de la structure ensembliste elle-même
- ⇒ Niveau 2:
 - Analyse et implémentation de méta-ontologies exhaustives
 - Espace
 - Temps
 - Agents
 - Géométrie 2D et 3D

Perspectives (2)



- ⇒ Ontologies des dynamiques:
 - Automates d'états finis
 - Diagrammes d'états/transitions (StateChart)
 - Réseau de Pétri
 - Équations différentielles
 - ...d'une manière générale, « mapping » des formalismes connus dans DEVS