Object Management Group

Organisme et Principales normes

Pascal André

MIAGE

Université de Nantes

2 rue de la Houssinière - B.P. 92208

44322 Nantes Cedex 03

pascal.andre@univ-nantes.fr

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI
6. QVT
7. Cadre fédérateur MDA

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI
6. QVT
7. Cadre fédérateur MDA

OMG : généralités

- Consortium à but non lucratif créé en 1989 afin de normaliser les systèmes à objets
- Regroupe des acteurs de l'industrie informatique (fabricants de matériels, fournisseurs et éditeurs de logiciels, utilisateurs), des institutions, des universités...
- http://www.omg.org
- But :
  Produire et maintenir des standards (des spécifications) indépendants pour l'interopérabilité des applications informatiques et des systèmes informatiques hétérogènes.

OMG : les membres

Fondé à l'initiative de 11 grandes sociétés américaines [BGV97] : American Airlines, Canon, Data General, Gold Hill Hewlett-Packard, Philips, Prime, Sun, Soft-switch Unisys, 3Com.

OMG : les membres

Fondé à l'initiative de 11 grandes sociétés américaines [BGV97] : American Airlines, Canon, Data General, Gold Hill Hewlett-Packard, Philips, Prime, Sun, Soft-switch Unisys, 3Com.

- 1989 : 11 membres puis 40 membres
- 1993 : 290 membres
- 1996 : plus de 500 adhérents
- actuellement : plus de 700 (en fait 260 référencés sur le site de l'OMG)

OMG : les membres

Fondé à l'initiative de 11 grandes sociétés américaines [BGV97] : American Airlines, Canon, Data General, Gold Hill Hewlett-Packard, Philips, Prime, Sun, Soft-switch Unisys, 3Com.

- 1989 : 11 membres puis 40 membres
- 1993 : 290 membres
- 1996 : plus de 500 adhérents
- actuellement : plus de 700 (en fait 260 référencés sur le site de l'OMG)

Organisation indépendante et ouverte à tous
cotisation de 500$ à 35000$ annuels selon l'influence (!)

OMG : les objectifs

Objectif fondamental : interopérabilité d'applications à objets (intégration)

Objectifs initiaux

- Interopérabilité des applications à objets hétérogènes
- Mettre fin à la cacophonie des langages à objets (programmation, modélisation)
- Normaliser les systèmes, les langages à objets

Objectifs actuels

- Interopérabilité des développements à objets
- Normaliser les processus de développement
- Normaliser les modèles et leurs échanges

OMG : les activités

Deux grandes générations à l'OMG

- Avant 2000
  le modèle OMA : Object Management Architecture
  interopérabilité entre applications à objets développées sur des réseaux hétérogènes
  - CORBA 1.1 $\rightarrow$ CORBA 3.0
  - IDL

OMG : les activités

Deux grandes générations à l'OMG

- Avant 2000
  le modèle OMA : Object Management Architecture
  interopérabilité entre applications à objets développées sur des réseaux hétérogènes
  - CORBA 1.1 → CORBA 3.0
  - IDL
- Progressivement
  - normalisation des langages : UML, OCL, XMI
  - réflexion sur les langages : MOF
  - adaptation et personnalisation : CWM
  - réflexion sur les processus : SPEM
  - multiplication des middleware (CORBA, EJB, SOAP, COM+, .NET...)

OMG : les activités

Deux grandes générations à l'OMG

- Avant 2000
  le modèle OMA : Object Management Architecture
  interopérabilité entre applications à objets développées sur des réseaux hétérogènes
  - CORBA 1.1 $\rightarrow$ CORBA 3.0
  - IDL
- Après 2000 : Le modèle MDA : Model Driven Approach
  fédère l'ensemble des travaux
  interopérabilité entre modèles hétérogènes
  - MDA, MOF, UML, CWM, CORBA, XMI...

OMG : la structure 1/5

L'organisation est régie par le document :
Policies and Procedures of the OMG Technical Process (version 2.3) *http://www.omg.org/cgi-bin/apps/doc?pp/04-05-01*

1. Comité de direction : *board of directors* (26 sociétés)
2. Direction : un président (R.M. Soley), un administrateur et un éditeur technique
3. Des sous-directions techniques principales
4. Différents groupes de travail : Sous-comités, Task Force, Special Interest Group...

OMG : la structure 2/5

Board of Directors

Juergen Boldt

Director, Member Services

Richard M. Soley

Chairman

Linda Heaton

Technical Editor

Andrew Watson

Vice President and Technical Director; AB Chair

Fred Waskiewicz

Director of Standards; DTC and PTC Chair

Architecture Board

Platform Technology Committee

Domain Technology Committee

OMG : la structure 3/5

- *Architecture Board* (11 sièges)

OMG : la structure 3/5

- *Architecture Board* (11 sièges)

Architecture Board

Liaison ABSC

Object & Reference Model ABSC

Specification Management ABSC

MDA Users ABSIG

Open Collaborative Services Initiative (OCSI) ABSIG

The AB operates under a Constitution (approved by the OMG Board of Directors) that establishes its domain of operations.
The AB can make changes to the published architectural documents of the OMG and it approves RFP issuances and technology adoptions.
To perform these duties the AB has a set of less formal procedures that facilitate the flow of actions between and during OMG meetings. It also occasionally issues documents about what it expects in RFPs and submissions.

OMG : la structure 3/5

- *Architecture Board* (11 sièges)
- Direction des standards
  - *Platform Technology Committee*
  - *Domain Technology Committee*

OMG : la structure 4/5

Platform Technology Committee

Analysis & Design PTF

Architecture Drivēn Modernization (ADM) PTF

Middleware and Related Services (MARS) PTF

Real-time, Embedded, and Specialized Systems PTF

Agents PSIG

Information and Security Assurance (ISA) PSI

Japan PSIG

Korea PSIG

Model Integrated Computing PSIG

Ontology PSIG

Telecommunications PSIG

The purpose of the OMG's Platform Technology Committee (PTC) is to solicit, propose, review, recommend modifications to, recommend adoption of and **maintain specifications** of technology in pursuit of the goals stated in the OMG by-laws.
The principal foci of PTC activity is the specification of OMG's Model Driven Architecture (MDA); the Common Object Request Broker Architecture (CORBA) applied at the enterprise and embedded systems levels; and the Unified Modeling Language (UML), Meta Object Facility (MOF) and Common Warehouse Meatmodel (CWM) modeling technologies.

OMG : la structure 5/5

Business Enterprise Integration DTF

Consultation, Command, Control, Communications and In

Finance DTF

Geospatial and Imagery Value Added Services DTF

Healthcare DTF

Life Sciences Research DTF

Manufacturing Technology and Industrial Systems (ManTIS) DTF

Software-Based Communications DTF

Space DTF

Transportation DTF

eGovernment DSIG

Super Distributed Objects DSIG

Systems Engineering DSIG

Domain Technology Committee

The purpose of the OMG's Domain Technology Committee (DTC) is to solicit, propose, review, recommend modifications to, recommend adoption of and maintain specifications of technology in pursuit of the goals stated in the OMG by-laws. The principal foci of DTC activity is the specification of OMG's Model Driven Architecture (MDA) and application of modeling and middleware technology to specific vertical markets.

OMG : les méthodes de travail

Les méthodes de travail sont basées sur une répartition des rôles pour les groupes identifiés dans la structuration de l'organisation et un processus d'adoption des normes.

La définition des rôles et les procédures d'adoption des spécifications sont régies par le document :
Policies and Procedures of the OMG Technical Process (version 2.3)
http://www.omg.org/cgi-bin/apps/doc?pp/04-05-01

Une version technique du processus d'adoption est décrite dans le document :
The OMG Hitchhiker's Guide A Handbook for the OMG Technology Adoption Process (version 7)
http://www.omg.org/cgi-bin/apps/doc?omg/04-10-01

OMG : le processus de normalisation 1/2

- Identification du problème.
  Le Comité Technologique TC (*Technology Committee*) charge un groupe de travail TF (*task force*) de faire des recommandations dans un domaine technologique particulier. Seuls les membres influents peuvent les proposer.

OMG : le processus de normalisation 1/2

- Identification du problème.
- Creation de la RFP (*request for proposal*)
  Le groupe de travail élabore une RFP avec éventuellement et au préalable une étude RFI (*request for information*). La RFI viser à collecter des informations dans l'industrie. La RFP aboutit ensuite à l'élaboration d'une proposition de norme soumise à l'OMG.

OMG : le processus de normalisation 1/2

- Identification du problème.
- Creation de la RFP (*request for proposal*)
- Approbation de la RFP
  La RFP est soumise à l'AB (*Architecture Board*), aux TFs et aux TC, qui après étude et modifications votent la recommandation de la spécification.

OMG : le processus de normalisation 1/2

- Identification du problème.
- Creation de la RFP (*request for proposal*)
- Approbation de la RFP
- Soumissions de la RFP
  Les membres peuvent répondre à la RFP par une lettre d'intention LOI (*letter of intent*) puis une soumission initiale. Ces soumissions sont ensuites revues jusqu'à obtenir une soumission finale votée.

OMG : le processus de normalisation 1/2

- Identification du problème.
- Creation de la RFP (*request for proposal*)
- Approbation de la RFP
- Soumissions de la RFP
- Finalisation de la RFP
  La finalisation est assurée par la FTF (*finalization task force*) qui rend disponible la norme.

OMG : le processus de normalisation 1/2

- Identification du problème.
- Creation de la RFP (*request for proposal*)
- Approbation de la RFP
- Soumissions de la RFP
- Finalisation de la RFP
- Post-adoption de la RFP
  La révision est assurée par la RTF (*revision task force*) qui efectue des modifications mineures.

OMG : le processus de normalisation 1/2

- Identification du problème.
- Creation de la RFP (*request for proposal*)
- Approbation de la RFP
- Soumissions de la RFP
- Finalisation de la RFP
- Post-adoption de la RFP

Ceci est une version simplifiée du processus.

OMG : le processus de normalisation 2/2

- La demande d'information RFI (*request for information*) suit un processus similaire à la RFP mais allégé (demande, approbation, réponse, évaluation).

OMG : le processus de normalisation 2/2

- La demande d'information RFI (*request for information*) suit un processus similaire à la RFP mais allégé (demande, approbation, réponse, évaluation).
- La demande de commentaire RFC (*request for comment*) est une procédure de reconnaissance d'une technologie existante, par l'OMG. Elle émane non pas d'une demande de l'OMG mais d'un industriel. La RFC suit un processus similaire à la la fin du processus RFP.

OMG : le processus de normalisation 2/2

- La demande d'information RFI (*request for information*) suit un processus similaire à la RFP mais allégé (demande, approbation, réponse, évaluation).
- La demande de commentaire RFC (*request for comment*) est une procédure de reconnaissance d'une technologie existante, par l'OMG. Elle émane non pas d'une demande de l'OMG mais d'un industriel. La RFC suit un processus similaire à la la fin du processus RFP.
- Il existe aussi une procédure pour retirer une norme.

OMG : la normalisation

Pour aller plus loin sur la structure et la normalisation à l'OMG

Exposé *Le processus de normalisation à l'OMG*

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI
6. QVT
7. Cadre fédérateur MDA

Normes : la première génération

- The Object Management Architecture (OMA) is a set of standard interfaces for standard objects that support CORBA applications. It includes the base-level CORBAservices, the CORBAfacilities, and a large and growing set of Domain Specifications.

Normes : la première génération

- The Object Management Architecture (OMA)
- CORBA - the Common Object Request Broker Architecture is OMG's showcase specification for application interoperability independent of platform, operating system, programming language - even of network and protocol. CORBA includes a number of specifications that you may have heard about separately: OMG Interface Definition Language (OMG IDL), the network protocols GIOP and IIOP, an infrastructure for server-side scalability termed the POA (for Portable Object Adapter), and the CORBA Component Model (CCM). The CCM integrates Enterprise Java Beans, and a mapping to XML provides the most robust support in the industry for XML document usage and interoperability.

Normes : la première génération

- The Object Management Architecture (OMA)
- CORBA - the Common Object Request Broker Architecture
- UML - the Unified Modeling Language standardizes representation of object oriented analysis and design. A graphical language, its dozen diagram types include Use Case and Activity diagrams for requirements gathering, Class and Object diagrams for design, and Package and Subsystem diagrams for deployment. UML lets architects and analysts visualize, specify, construct, and document applications in a standard way.

Normes : la seconde génération

- MOF - The MetaObject Facility standardizes a metamodel for object oriented analysis and design, and a repository. (The CWM standardizes a metamodel for data modeling; look two paragraphs down.) Because they are based on the MOF metamodel, UML models can be freely passed from tool to tool using XMI - without the commonality of definition provided by the MOF, this would not be practical.

Normes : la seconde génération

- MOF - The MetaObject Facility
- CWM - The Common Warehouse Metamodel standardizes a basis for data modeling commonality within an enterprise, across databases and data stores. Building on a foundation metamodel, it adds metamodels for relational, record, and multidimensional data; transformations, OLAP, and data mining; and warehouse functions including process and operation. CWM maps to existing schemas, supporting automated schema generation and database loading. This makes it the basis for data mining and OLAP across the enterprise.

Normes : la seconde génération

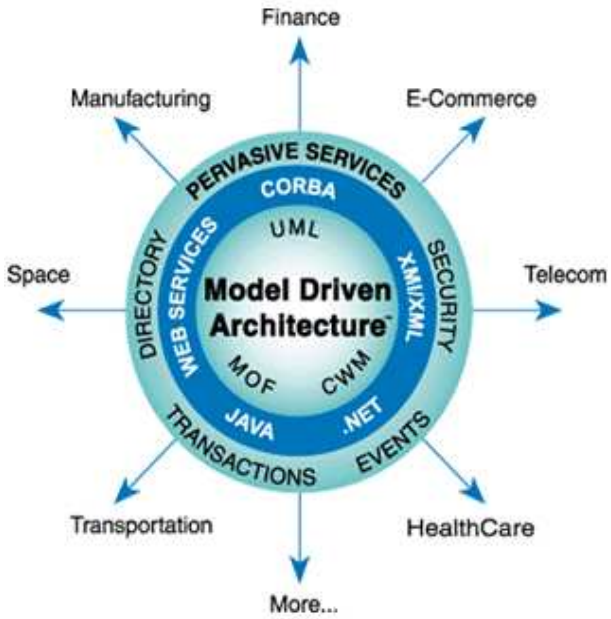
- MOF - The MetaObject Facility
- CWM - The Common Warehouse Metamodel
- XMI - XML Metadata Interchange allows MOF-compliant metamodels (and therefore models, since a model is just a special case of a metamodel) to be exchanged as XML datasets. Both application models (in UML) and data models (in CWM; see below) may be exchanged using XMI. In addition to allowing model exchange, XMI serves as a mapping from UML and CWM to XML.

Normes : la seconde génération

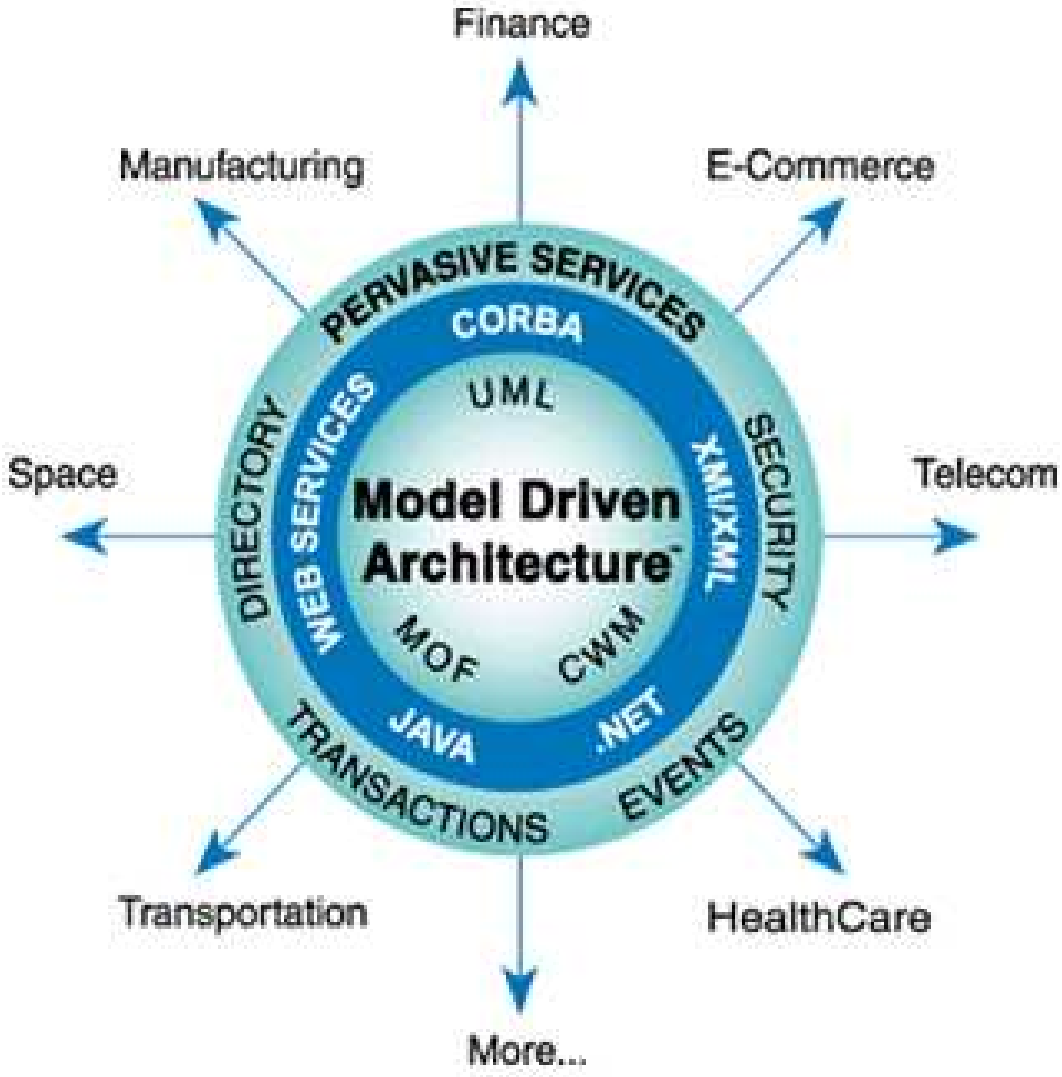
- MOF - The MetaObject Facility
- CWM - The Common Warehouse Metamodel
- XMI - XML Metadata Interchange
- MDA - The Model Driven Architecture. Unifying the Modeling and Middleware spaces, OMG's MDA supports applications over their entire lifecycle from Analysis and Design, through implementation and deployment, to maintenance and evolution. Based on UML models which remain stable as the technological landscape changes around them, MDA-based development maximizes software ROI as it integrates applications across the enterprise, and one enterprise with another. Adopted by members as the basis for OMG specifications in September, 2001, the MDA is truly a unique advance in distributed computing.

Normes : la seconde génération

- MOF - The MetaObject Facility
- CWM - The Common Warehouse Metamodel
- XMI - XML Metadata Interchange
- MDA - The Model Driven Architecture.



Normes : unification par MDA



Normes : celles qui nous concernent

- UML - the Unified Modeling Language et OCL - the Object Constraint Language
  les langages de modélisation

Normes : celles qui nous concernent

- UML - the Unified Modeling Language et OCL - the Object Constraint Language
  les langages de modélisation
- XMI - XML Metadata Interchange
  le format d'échange de modèles

Normes : celles qui nous concernent

- UML - the Unified Modeling Language et OCL - the Object Constraint Language
  les langages de modélisation
- XMI - XML Metadata Interchange
  le format d'échange de modèles
- MOF - The MetaObject Facility
  les règles de modélisation

Normes : celles qui nous concernent

- UML - the Unified Modeling Language et OCL - the Object Constraint Language
  les langages de modélisation
- XMI - XML Metadata Interchange
  le format d'échange de modèles
- MOF - The MetaObject Facility
  les règles de modélisation
- MDA - The Model Driven Architecture.
  le cadre global

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI
6. QVT
7. Cadre fédérateur MDA

OMG et normes

UML et OCL supposé connus => Miage L3 / M1 Action

Semantics

UML : état actuel

Specification Name:	**Unified Modeling Language" (UML®)**		
Description:	A specification defining a graphical language for visualizing, specifying, constructing, and documenting the artifacts of distributed object systems. UML 1.5 incorporates Action Semantics, which adds to UML the syntax and semantics of executable actions and procedures, including their run -time semantics.		
Keywords:	abstraction, action sequence, action state, activit y graph, architecture, association, class diagram, collaboration diagram, component diagram, control flow, data flow, deployment diagram, execution, implementation, pins, procedure.		
Latest / past specifications:	Current version: 1.5		Past versions
Finalization Information:	Status: 2.0 Infrastructure, Superstructure, Diagram Interchange and OCL finalization underway	Working Documents: UML2 Infrastructure Final Adopted Specification, UML 2 Superstructure Final Adopted Specification, UML 2 Diagram Interchange Final Adopted Specification, UML 2 OCL Final Adopted Specification	Contacts: UML 2 Infrastructure FTF, UML 2 Superstructure FTF, UML 2 Diagram Interchange FTF, UML 2 OCL FTF,
Related OMG Specifications:	MOF, XMI		
Related Industry Standards:	ITU-T Recommendations Z.100 (SDL) and Z.109 (SDL UML profile).		

http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/03-03-01

UML : Action Semantics

Companies/Organizations with Veto Power	Product Plans	
	Beta Available	**General Available**
Kabira		
Telelogic AB	2001 (partly supported in current version)	2002
Rational Software, Inc.	3Q2002	4Q2002
Veto Power Expires	May 15, 2003	

réponse au RFP :
http://www.kc.com/as_site/download/ActionSemantics.zip

UML1.4/AS : http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ptc/02-01-09

UML : Action Semantics

- Un méta-modèle détaillé
- Pas de syntaxe concrète normalisée mais des "implantation"
  - le BridgePoint Action Language (AL) www.projtech.com.
  - le Kabira Action Semantics (Kabira AS) www.kabira.com
  - xUML (Kennedy-Carter) est un sous-ensemble d'UML compatible avec AS www.kc.com
  - un sous-ensemble de SDL ITU-T Recommendations Z.100 (SDL) and Z.109 (SDL UML profile)

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI
6. QVT
7. Cadre fédérateur MDA

MOF : état actuel

Specification Name:	**Meta-Object Facility (MOF")**		
Description:	MOF is an extensible model driven integration framework for defining, manipulating and integrating metadata and data in a platform independent manner. MOF -based standards are in use for integrating tools, applications and data.		
Keywords:	metadata, meta-model, modeling		
Latest / past specifications:	Current version: 1.4		Past versions
Revision Information:	Status: 2.0 finalization	Working Document: Final Adopted Specification	Contacts: MOF 2.0 Core FTF
Related OMG Specifications:	Components, CWM, UML, XMI		
Related Industry Standards:			

http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/2002-04-03

MOF : les points clés 1/2

MetaObject Facility

- est un langage de description normalisé de modèles (type BNF)

MOF : les points clés 1/2

MetaObject Facility

- est un langage de description normalisé de modèles (type BNF)
- unifie les présentations de modèles à objets (Corba, UML)

MOF : les points clés 1/2

MetaObject Facility

- est un langage de description normalisé de modèles (type BNF)
- unifie les présentations de modèles à objets (Corba, UML)
- sous-ensemble d'UML : méta-modèle réflexif

MOF : les points clés 1/2

MetaObject Facility

- est un langage de description normalisé de modèles (type BNF)
- unifie les présentations de modèles à objets (Corba, UML)
- sous-ensemble d'UML : méta-modèle réflexif
- nombreux enrichissements : reflexion, OCL, JMI, SPEM...

MOF : les points clés 2/2

MetaObject Facility

- existe depuis 1997

MOF : les points clés 2/2

MetaObject Facility

- existe depuis 1997
- standardise le travail des fournisseurs d'outils compatibles OMG

MOF : les points clés 2/2

MetaObject Facility

- existe depuis 1997
- standardise le travail des fournisseurs d'outils compatibles OMG
- est à la base de l'architecture en 4 niveaux

MOF : les points clés 2/2

MetaObject Facility

- existe depuis 1997
- standardise le travail des fournisseurs d'outils compatibles OMG
- est à la base de l'architecture en 4 niveaux
- devient un pilier de l'architecture MDA

MOF : une architecture en 4 couches

- concepts de base :
  les réseaux sémantiques (les graphes conceptuels)
  = des concepts + des relations entre concepts + spécialisation

MOF : une architecture en 4 couches

- concepts de base :
  les réseaux sémantiques (les graphes conceptuels)
  = des concepts + des relations entre concepts + spécialisation
- architecture basée sur la relation d'instanciation :
  chaque élément d'une couche est une instance d'un élément de la couche supérieure

MOF : une architecture en 4 couches

- concepts de base :
  les réseaux sémantiques (les graphes conceptuels)
  = des concepts + des relations entre concepts + spécialisation
- architecture basée sur la relation d'instanciation :
  chaque élément d'une couche est une instance d'un élément de la couche supérieure
- modèle réflexif :
  le niveau supérieur est décrit à partir de lui-même

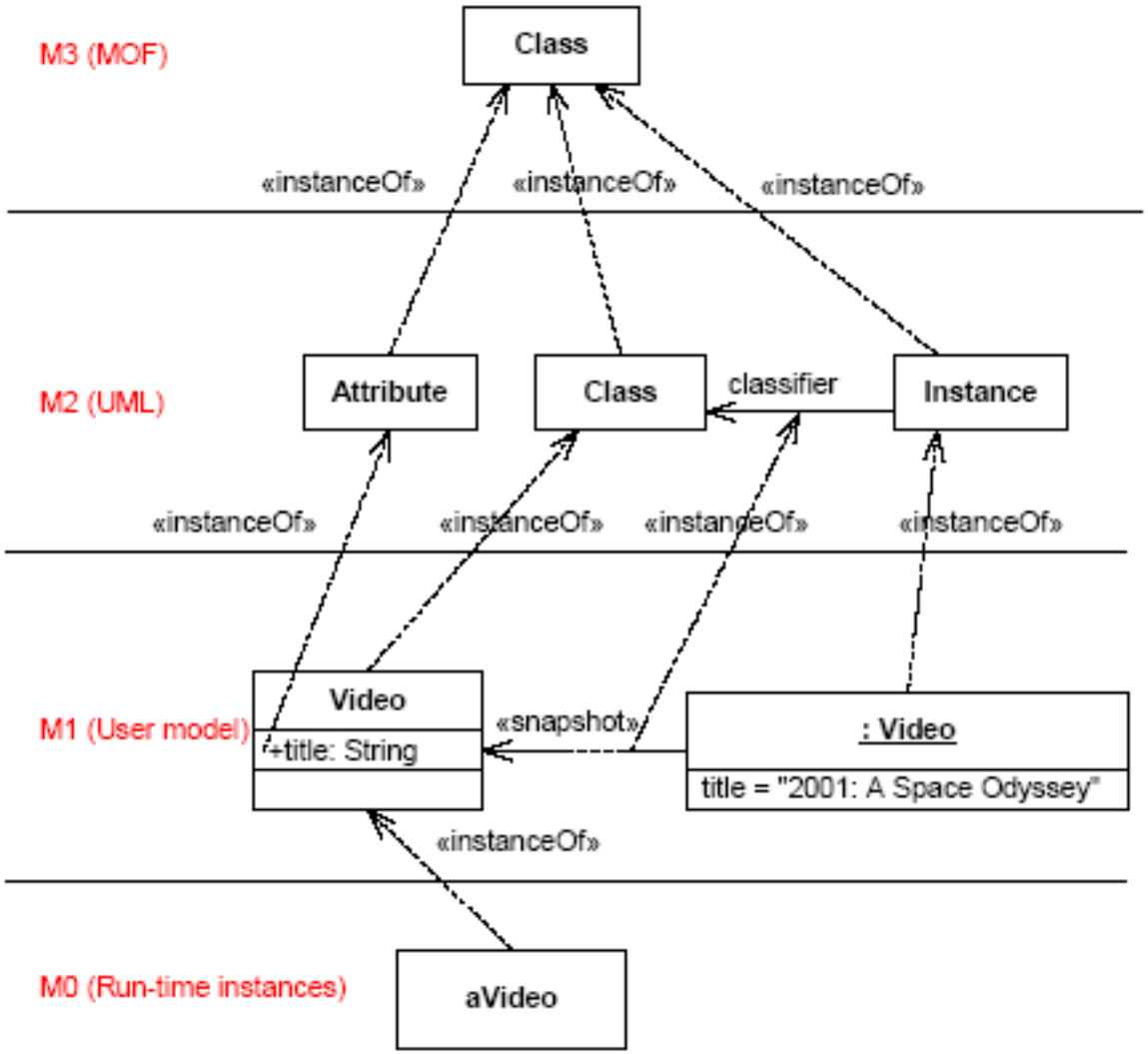
MOF : une architecture en 4 couches

- concepts de base :
  les réseaux sémantiques (les graphes conceptuels)
  = des concepts + des relations entre concepts + spécialisation
- architecture basée sur la relation d'instanciation :
  chaque élément d'une couche est une instance d'un élément de la couche supérieure
- modèle réflexif :
  le niveau supérieur est décrit à partir de lui-même
- architecture incrémentale :
  l'ajout de nouveaux langages doit limiter les perturbations des couches supérieures

MOF : une architecture en 4 couches

- concepts de base :
  les réseaux sémantiques (les graphes conceptuels)
  = des concepts + des relations entre concepts + spécialisation
- architecture basée sur la relation d'instanciation :
  chaque élément d'une couche est une instance d'un élément de la couche supérieure
- modèle réflexif :
  le niveau supérieur est décrit à partir de lui-même
- architecture incrémentale :
  l'ajout de nouveaux langages doit limiter les perturbations des couches supérieures
- unifie (fédère) les langages de l'OMG

MOF : une architecture en 4 couches



MOF : les niveaux vis-à-vis d'UML

Les éléments d'un niveau

- M3 : méta-méta-modèle (d'UML) ou modèle du MOF décrit les éléments d'un langage de modèles UML, Merise...

MOF : les niveaux vis-à-vis d'UML

Les éléments d'un niveau

- M3 : méta-méta-modèle (d'UML) ou modèle du MOF
- M2 : méta-modèle (d'UML) ou MOF
  décrit les éléments d'un langage de modélisation.

MOF : les niveaux vis-à-vis d'UML

Les éléments d'un niveau

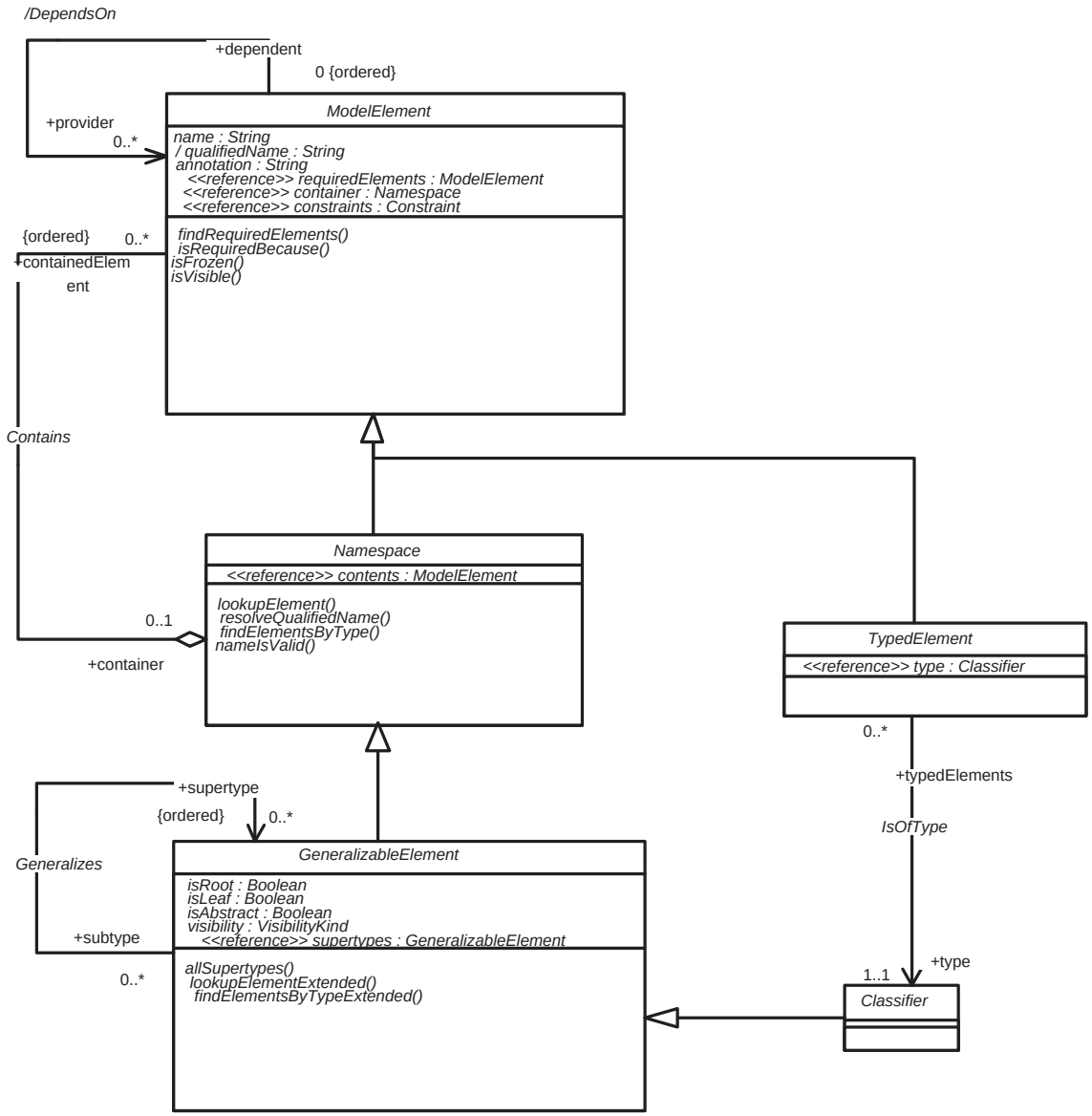
- M3 : méta-méta-modèle (d'UML) ou modèle du MOF
- M2 : méta-modèle (d'UML) ou MOF
- M1 : modèle (d'UML) ou modèle de l'application décrit un modèle de système

MOF : les niveaux vis-à-vis d'UML

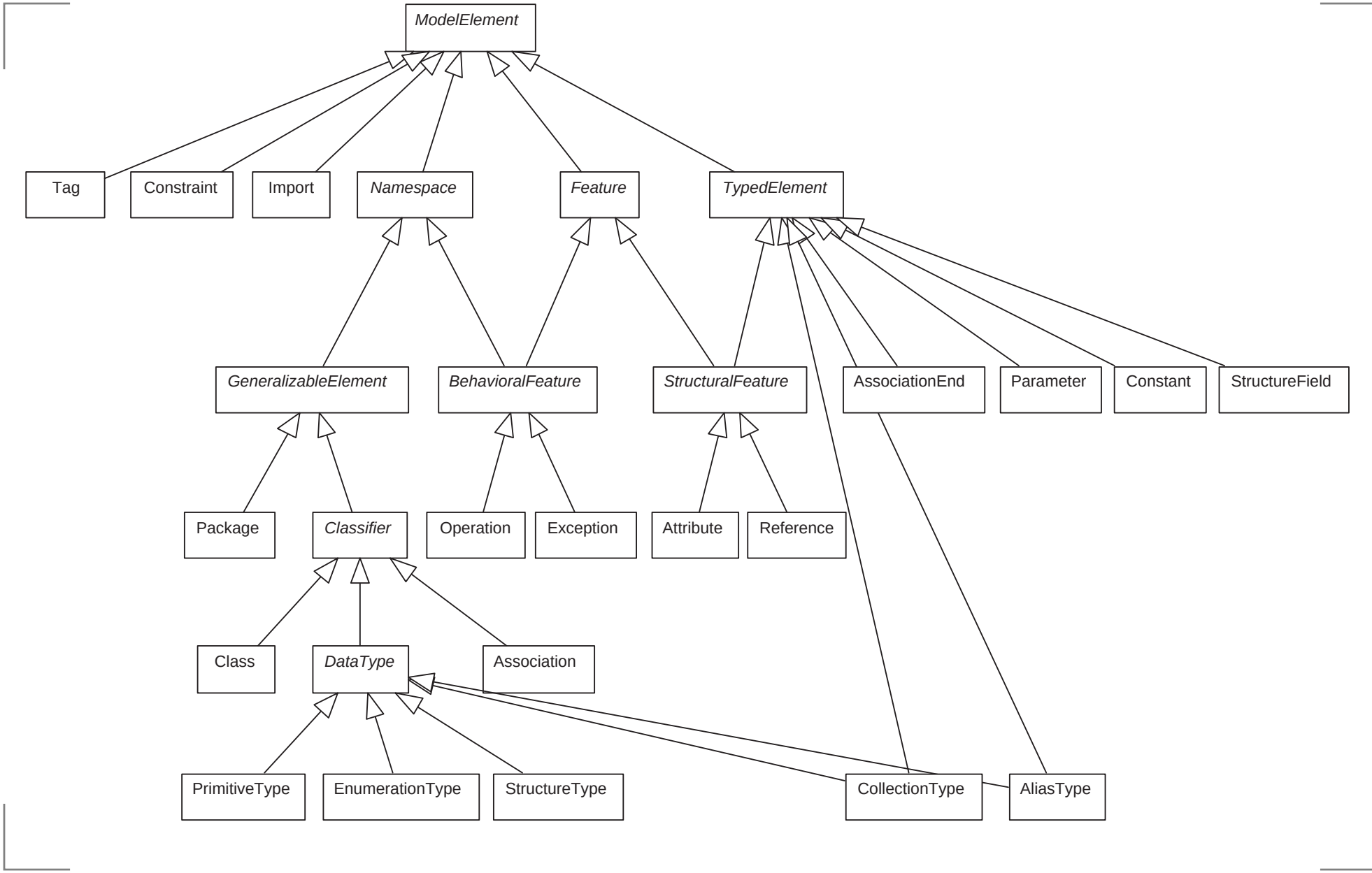
Les éléments d'un niveau

- M3 : méta-méta-modèle (d'UML) ou modèle du MOF
- M2 : méta-modèle (d'UML) ou MOF
- M1 : modèle (d'UML) ou modèle de l'application
- M0 : instance d'un modèle (d'UML) ou système instances du système

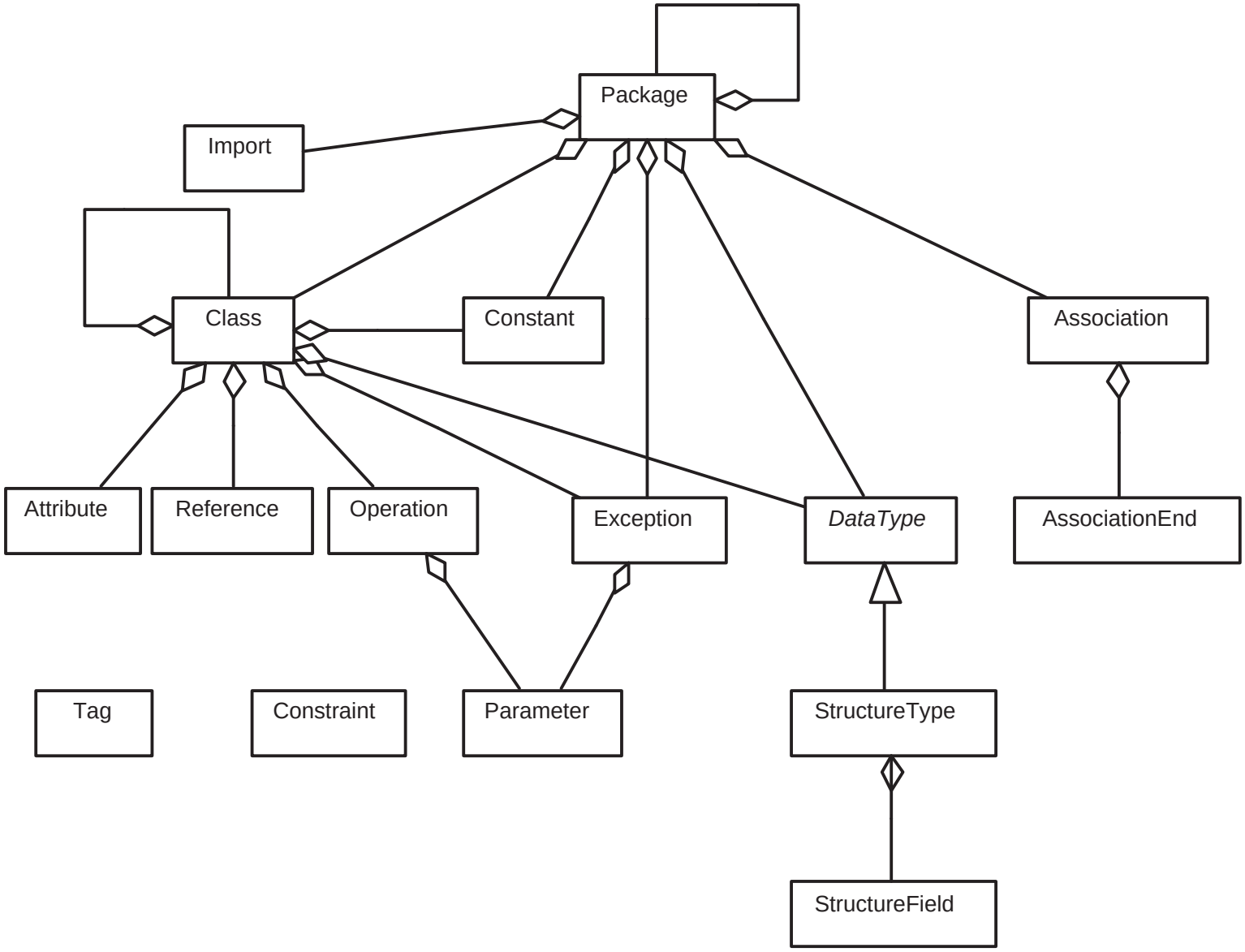
MOF : éléments clés



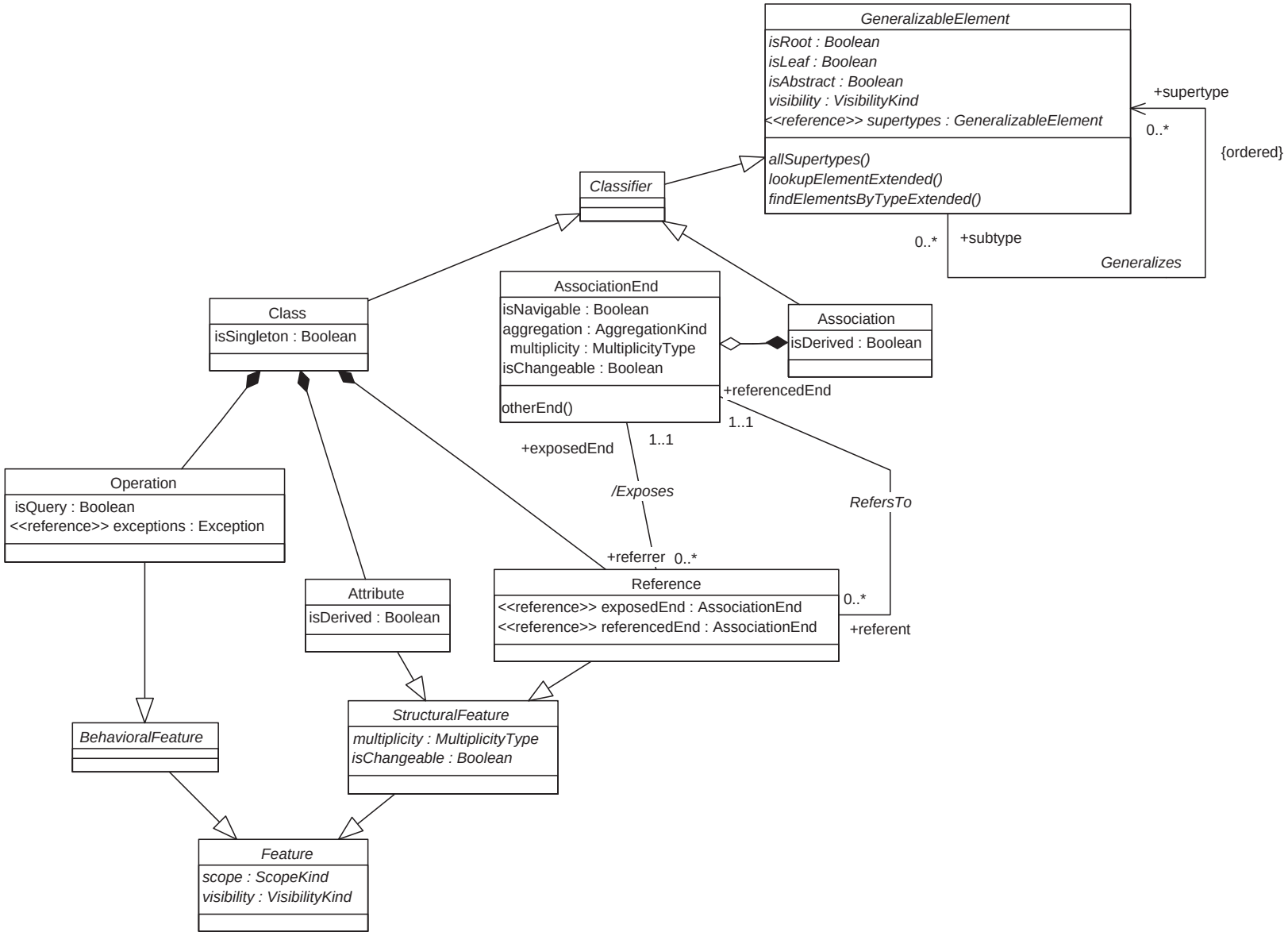
MOF : vue d'ensemble - spécialisation



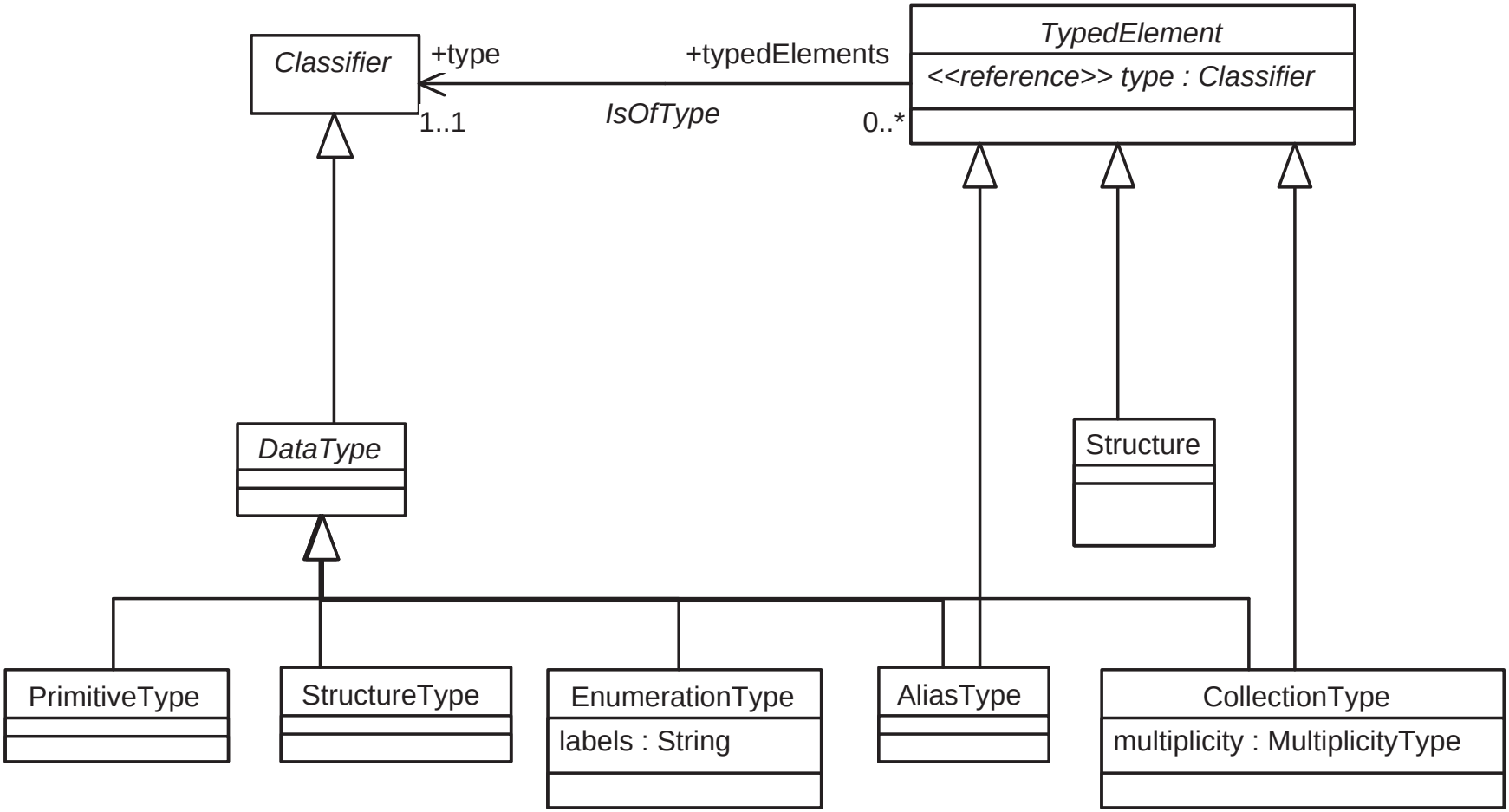
MOF : vue d’ensemble - inclusion



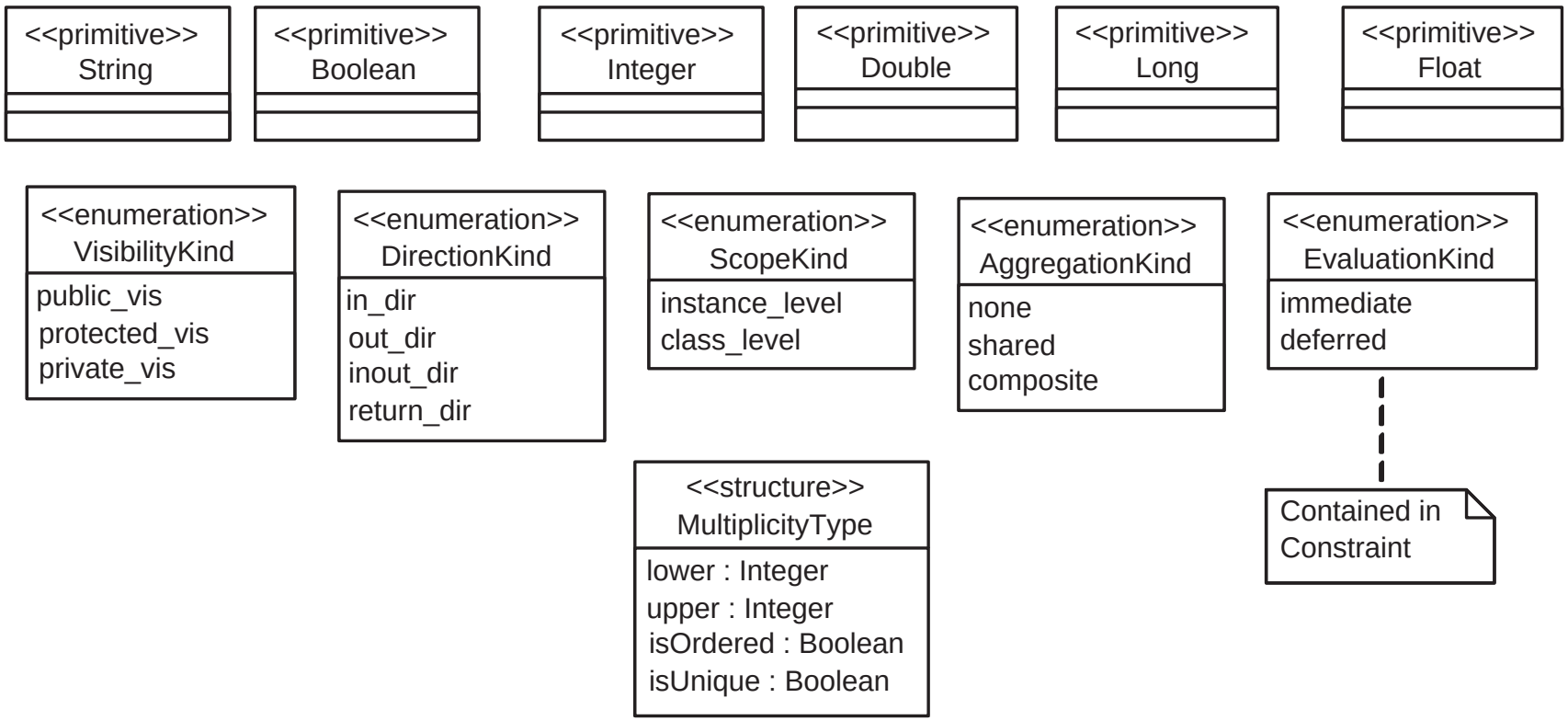
MOF : classes et associations



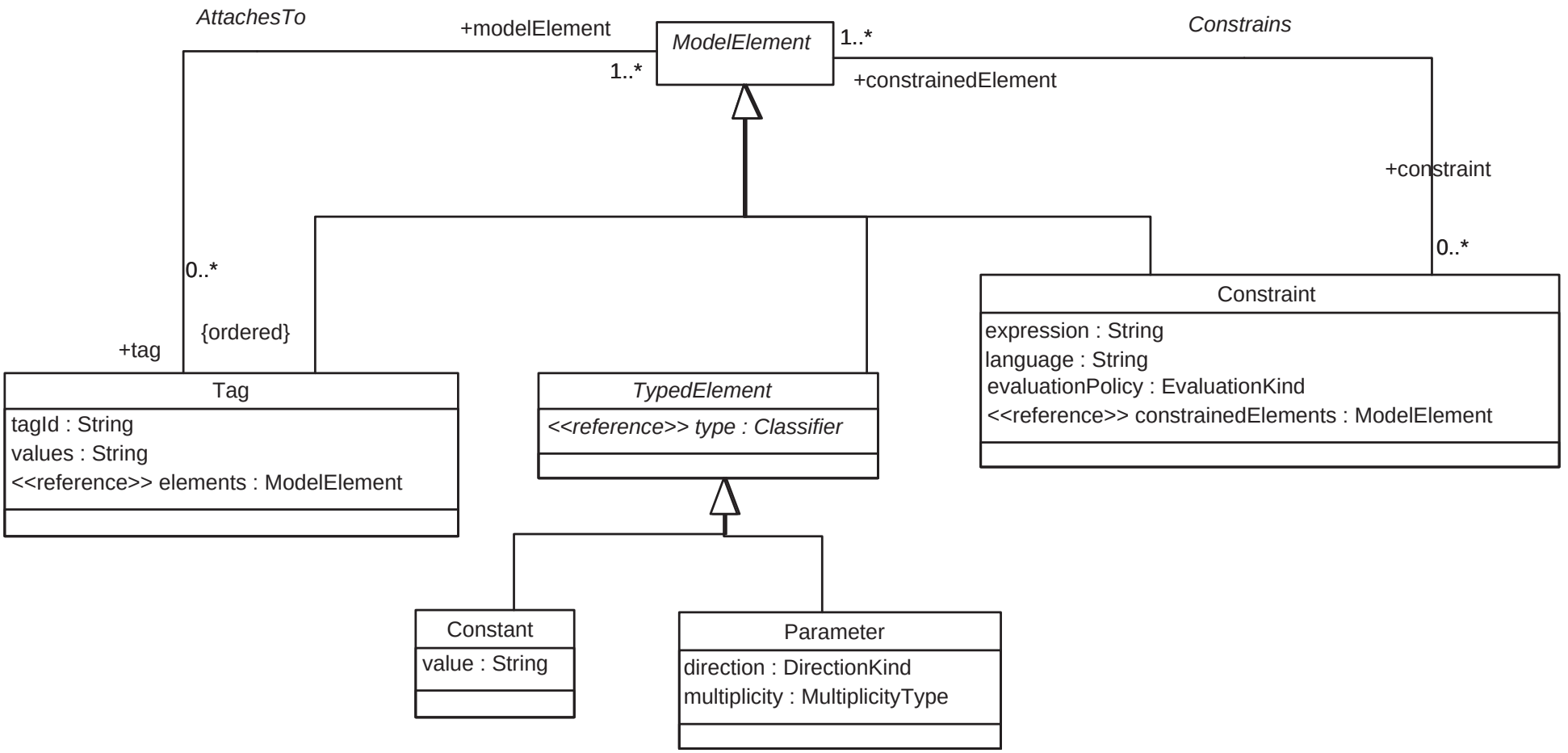
MOF : types de données 1/2



MOF : types de données 2/2



MOF : tag et contraintes



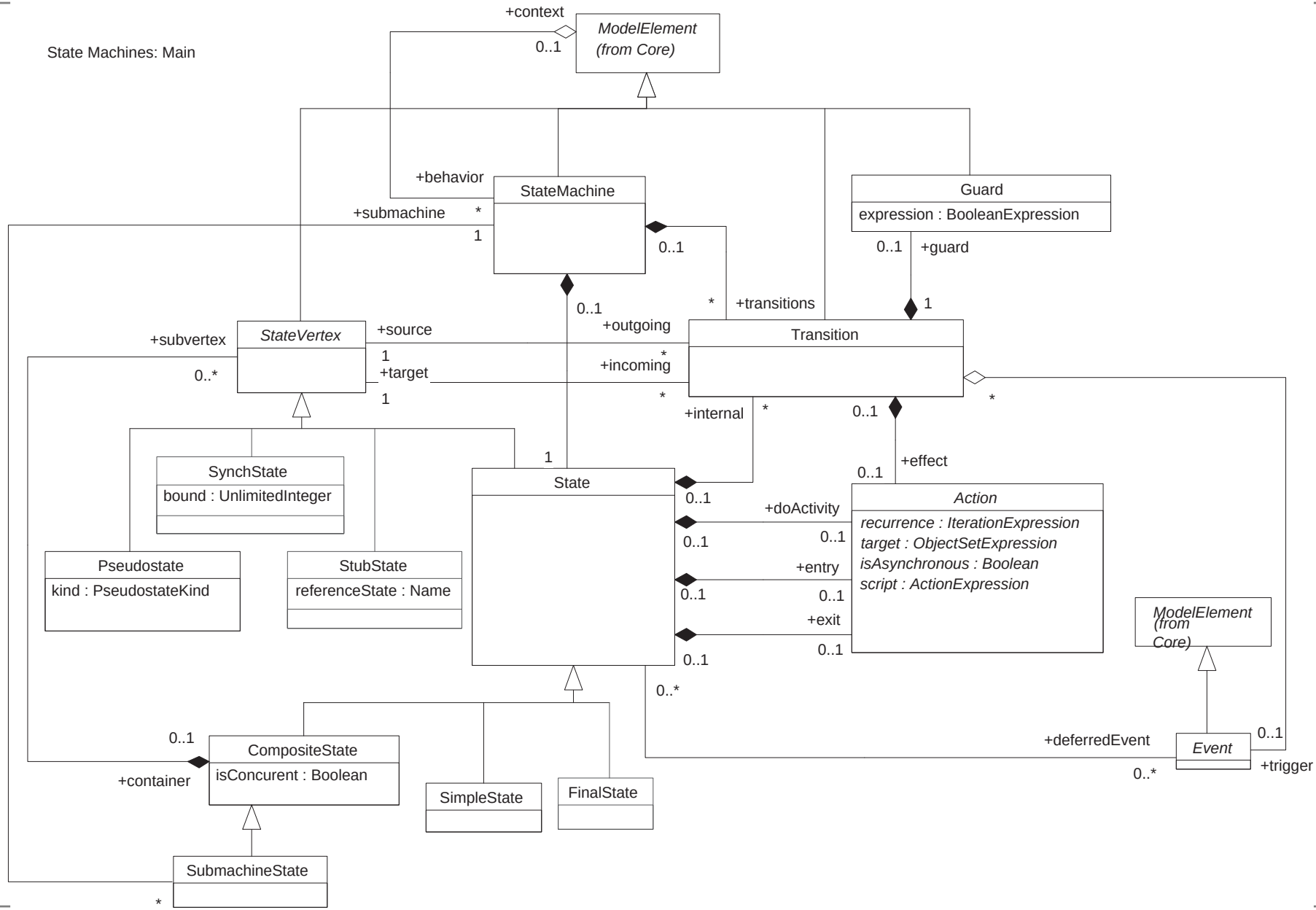
Exercice

Exercice 1 (UML-MOF)
Comparer les modèles UML et MOF.

Exercice 2 (UML-MOF)
Représenter le méta-modèle des automates en MOF.

Exercice 3 (UML)
Représenter les automates du commutateur selon le méta-modèle des automates.

MOF : métamodèle des automates



MOF : automate du commutateur

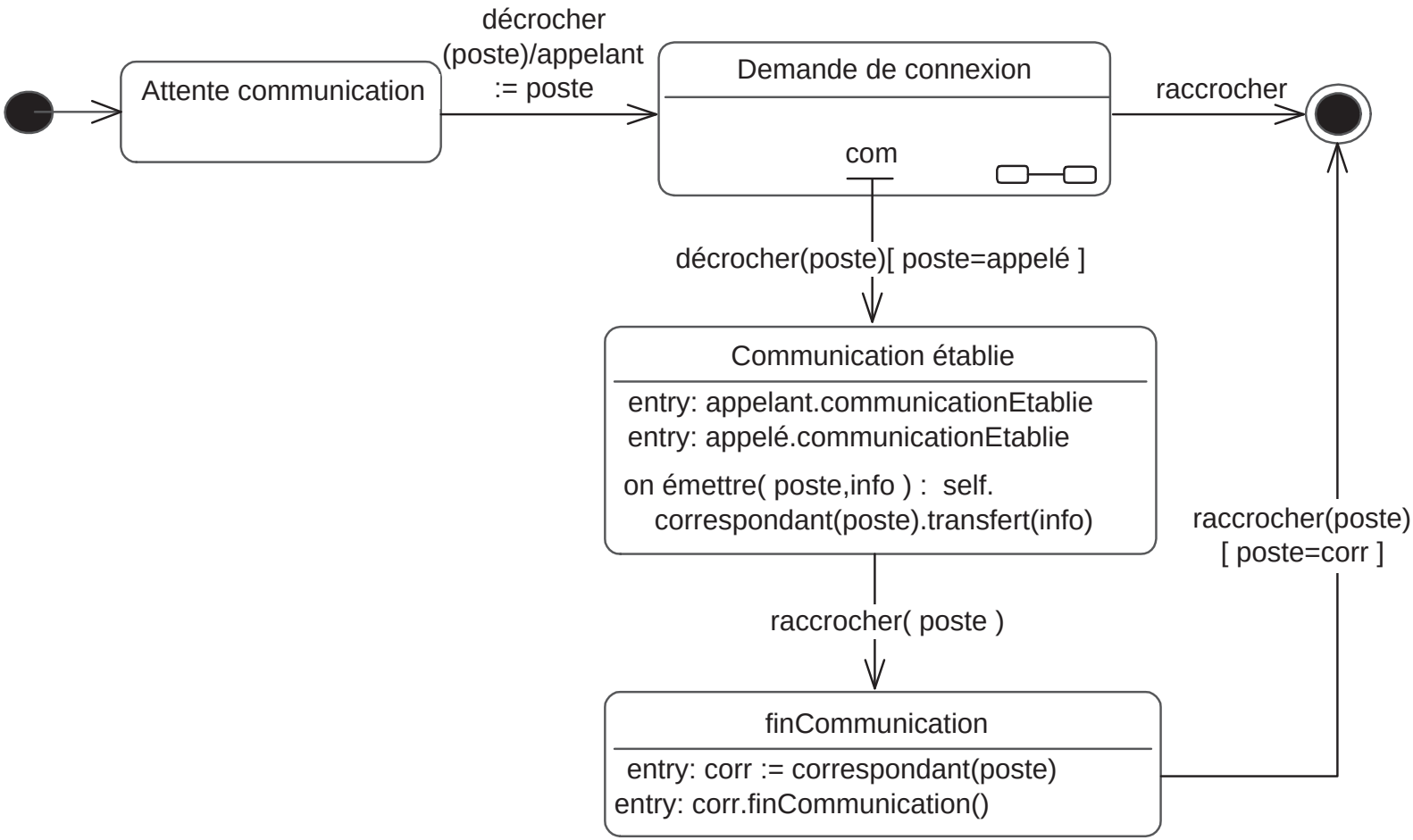


Figure 1 : *Diagramme états-transitions d'un objet* `Commutateur`

MOF : automate du commutateur

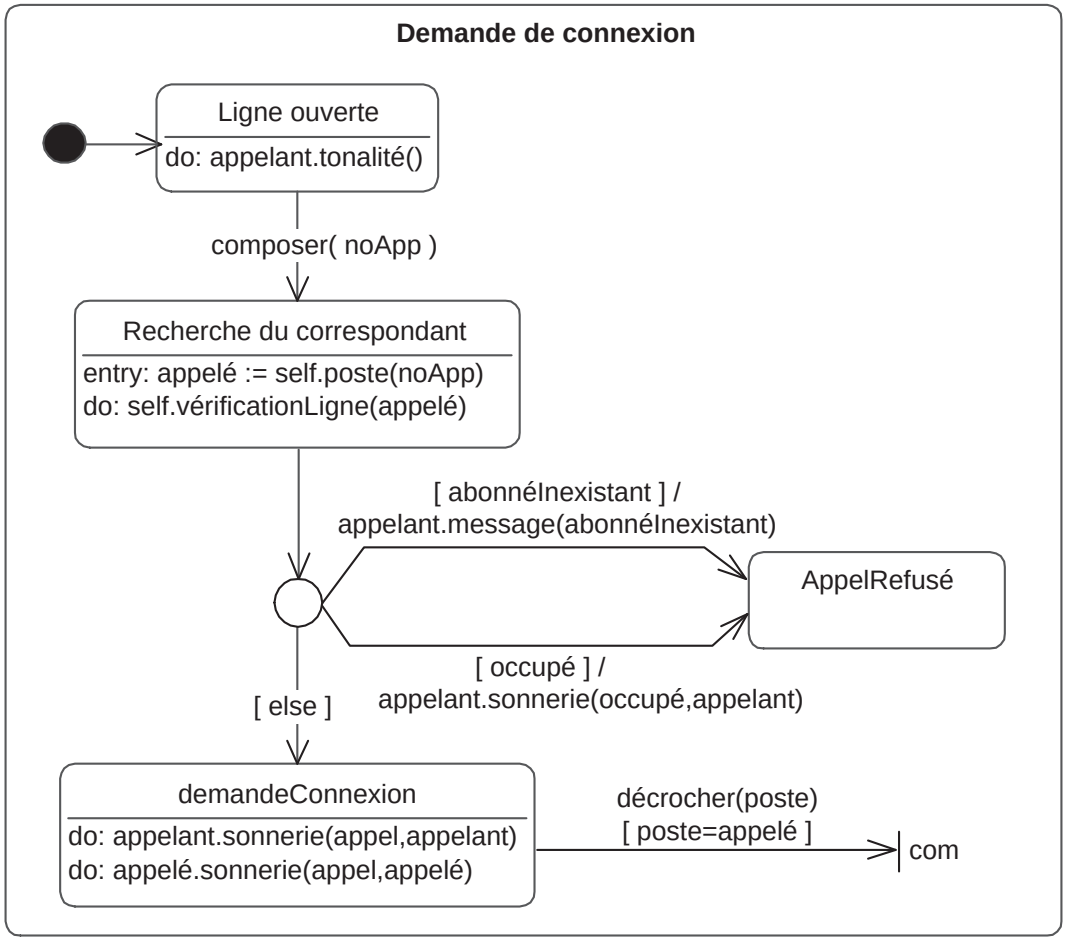


Figure 2 : *Diagramme états-transitions d'un objet* `Commutateur` *- état* `Demande de connexion`

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI
6. QVT
7. Cadre fédérateur MDA

XMI : état actuel

Specification Name:	**XML Metadata Interchange (XMI®)**
Description:	XMI is a model driven XML Integration framework for defining, interchanging, manipulating and integrating XML data and objects. XMI-based standards are in use for integrating tools, repositories, applications and data warehouses. Provides rules by which a schema can be generated for any valid XMI -transmissible MOF-based metamodel.
Keywords:	abstract class, architecture, CDATA, class diagram, compositio n, DTD, metadata, metamodel, production rules, schema, XML
atest / past specifications:	Current versions: 1.2, 2.0 — Past versions
Revision Information:	Status: 2.1 revision started — Contact: XMI 2.1 RTF
Related OMG Specifications:	MOF, MOF 2.0 XMI, UML
Related Industry Standards:	W3C DOM, EIA CDIF, W3C SAX, Web-DAV, W3C XML

http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/2002-01-01

XMI-MOF : état actuel

Specification Name:	**MOF" 2.0 XMI® (XML Metadata Interchange)**		
Description:	XMI provides a mapping from MOF to XML. As MOF and XML technology evolved, the XMI mapping was updated to comply with the latest versions of these specifications. Updates to the XMI mapping have tracked these version changes in a manner consistent with the existing XMI Production of XML Schema specification (XMI Version 2).		
Keywords:	abstract class, architecture, CDATA, class diagram, composition, DTD, metadata, m etamodel, modeling, production rules, schema, XML		
Latest / past specifications:	Current version: n/a		Past versions: n/a
Finalization Information:	Status: 1.0 adopted	Working Document: Proposed Available Specification	Contact: Analysis & Design PTF
Revision Information:	Status: 1.1 revision underway	Working Document: 1.0 Proposed Available Specification	Contact: MOF 2.0 to XMI1.1 RTF
Related OMG Specifications:	MOF, UML, XMI		
Related Industry Standards:	W3C DOM, EIA CDIF, W3C SAX, Web-DAV, W3C XML		

spécification à venir

XMI : Aperçu

OMG XML Metadata Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des méta-données
  - entre outils de modélisation (modèles UML)
  - entre répertoires de méta-modélisation (modèles MOF)

XMI : Aperçu

OMG XML Metadata Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des méta-données
  - entre outils de modélisation (modèles UML)
  - entre répertoires de méta-modélisation (modèles MOF)
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)

XMI : Aperçu

OMG XML Metadata Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des méta-données
  - entre outils de modélisation (modèles UML)
  - entre répertoires de méta-modélisation (modèles MOF)
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres normes d'échange : EDOC, SMIF...

XMI : Aperçu

OMG XML Metadata Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des méta-données
  - entre outils de modélisation (modèles UML)
  - entre répertoires de méta-modélisation (modèles MOF)
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres normes d'échange : EDOC, SMIF...

XMI : Aperçu

OMG XML Metadata Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des méta-données
  - entre outils de modélisation (modèles UML)
  - entre répertoires de méta-modélisation (modèles MOF)
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres normes d'échange : EDOC, SMIF...

XMI : Aperçu

OMG XML Metadata Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des méta-données
  - entre outils de modélisation (modèles UML)
  - entre répertoires de méta-modélisation (modèles MOF)
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres normes d'échange : EDOC, SMIF...

Cours d'introduction à XML

http://aristote1.aristote.asso.fr/Presentations/CEA-EDF-2003/Cours/VincentQuint/IndexVincentQuint.html

XMI : quelques balises de la DTD 1/3

XMI.header : identification du modèle, métamodèle et métamétamodèle

```
<!ELEMENT XMI.header (XMI.documentation?,
XMI.model*,
XMI.metamodel*,
XMI.metametamodel*,
XMI.import*) >
```

XMI.content : données à transmettre

```
<!ELEMENT XMI.content ANY >
```

XMI : quelques balises de la DTD 2/3

XMI.model : identification du modèle (il peut y en avoir plusieurs)

```
<!ELEMENT XMI.model ANY>
<!ATTLIST XMI.model
%XMI.link.att;
xmi.name CDATA #REQUIRED
xmi.version CDATA #REQUIRED
>
```

Les attributs `xmi.name` et `xmi.version` correspondent au modèle décrit dans `XMI.content`.

idem pour XMI.metamodel et XMI.metametamodel

XMI : quelques balises de la DTD 3/3

- XMI.extensions : extensions du métamodèle
- XMI.extension : extensions du métamodèle
- XMI.documentation : auteur, outils...
- XMI.import : document externe
- XMI.difference : modification de la base
- XMI.delete : modification de la base
- XMI.add : modification de la base
- XMI.replace : modification de la base
- XMI.reference : référence à d'autres éléments XML (ex: types de données)

XMI : DTD UML 1/3

ModelElement : élément de modélisation

```
<!ELEMENT UML:ModelElement.taggedValue (UML:TaggedValue)* >
<!ATTLIST UML:ModelElement
name CDATA #IMPLIED
visibility (public | protected | private) #IMPLIED
binding IDREFS #IMPLIED
template IDREFS #IMPLIED
templateParameter IDREFS #IMPLIED
implementation IDREFS #IMPLIED
view IDREFS #IMPLIED
presentation IDREFS #IMPLIED
namespace IDREFS #IMPLIED
constraint IDREFS #IMPLIED
requirement IDREFS #IMPLIED
...
>
```

XMI : DTD UML 1b/3

ModelElement (suite)

```
provision IDREFS #IMPLIED
stereotype IDREFS #IMPLIED
elementReference IDREFS #IMPLIED
collaboration IDREFS #IMPLIED
behavior IDREFS #IMPLIED
partition IDREFS #IMPLIED
%XMI.element.att;
%XMI.link.att;
>
```

XMI : DTD UML 2/3

Classifier

```
<!ELEMENT UML:Classifier (UML:ModelElement.name |
UML:ModelElement.visibility |
UML:GeneralizableElement.isRoot |
UML:GeneralizableElement.isLeaf |
UML:GeneralizableElement.isAbstract |
XMI.extension | UML:ModelElement.binding |
UML:ModelElement.template |
UML:ModelElement.templateParameter |
...
>
```

XMI : DTD UML 2b/3

Classifier (suite)

```
<!ATTLIST UML:Classifier
name CDATA #IMPLIED
visibility (public | protected | private) #IMPLIED
isRoot (false | true) #IMPLIED
isLeaf (false | true) #IMPLIED
isAbstract (false | true) #IMPLIED
binding IDREFS #IMPLIED
... >
<!ELEMENT UML:Classifier.feature
  (UML:Feature | UML:StructuralFeature |
  UML:BehavioralFeature | UML:Attribute |
  UML:Operation | UML:Method |
  UML:Reception)* >
```

XMI : DTD UML 3/3

StateMachine

```
<!ELEMENT UML:StateMachine.top (UML:State |
UML:CompositeState |
UML:SimpleState | UML:SubmachineState |
UML:ActionState | UML:ObjectFlowState |
UML:ActivityState)* >
<!ELEMENT UML:StateMachine.transitions
(UML:Transition)* >
<!ELEMENT UML:Transition.guard (UML:Guard)* >
<!ELEMENT UML:Transition.effect (UML:ActionSequence)* >
<!ELEMENT UML:State.internalTransition
(UML:Transition)* >
<!ELEMENT UML:State.entry (UML:ActionSequence)* >
<!ELEMENT UML:State.exit (UML:ActionSequence)* >
```

XMI : DTD UML 3b/3

StateMachine (suite)

```
<!ELEMENT UML:CompositeState.substate (UML:StateVertex
|
UML:PseudoState | UML:State |
UML:CompositeState | UML:SimpleState |
UML:SubmachineState | UML:ActionState |
UML:ObjectFlowState | UML:ActivityState)* >
```

XMI : DTD MOF 1/3

Les éléments

```
<!ELEMENT MOF:Namespace.contents (MOF:ModelElement |
MOF:Feature | MOF:Namespace | MOF:Constraint |
MOF:Import | MOF:TypedElement |
MOF:Tag | MOF:StructuralFeature |
MOF:BehavioralFeature |
MOF:MofAttribute | MOF:Reference |
MOF:Operation | MOF:MofException |
MOF:GeneralizableElement |
MOF:Classifier | MOF:Package |
MOF:Class | MOF:Association |
MOF:DataType | MOF:Parameter |
MOF:Constant | MOF:AssociationEnd |
MOF:TypeAlias)*
>
```

XMI : DTD MOF 2/3

Classifier MOF

```
<!ELEMENT MOF:Classifier (MOF:ModelElement.name |
MOF:ModelElement.annotation |
MOF:GeneralizableElement.visibility |
MOF:GeneralizableElement.isAbstract |
MOF:GeneralizableElement.isRoot |
MOF:GeneralizableElement.isLeaf |
XMI.extension | MOF:ModelElement.container |
MOF:ModelElement.constraints |
MOF:GeneralizableElement.supertypes |
MOF:Namespace.contents)*
>
```

XMI : DTD MOF 3/3

Classifier MOF (suite)

```
<!ATTLIST MOF:Classifier
name CDATA #IMPLIED
annotation CDATA #IMPLIED
visibility (public_vis | protected_vis | private_vis)
#IMPLIED
isAbstract (true | false) #IMPLIED
isRoot (yes | no | dont_care) #IMPLIED
isLeaf (yes | no | dont_care) #IMPLIED
container IDREFS #IMPLIED
constraints IDREFS #IMPLIED
supertypes IDREFS #IMPLIED
%XMI.element.att;
%XMI.link.att;
>
```

Exercice

Exercice 1 (XMI-UML)
Représenter en UML le document XMI donné en annexe.

Exercice 2 (XMI-MOF)
Représenter en MOF le document XMI donné en annexe.

XMI et MOF

Table de correspondance MOF - XMI

Version MOF	**Version XMI**
MOF 1.3	XMI 1.1
MOF 1.4 (current)	XMI 1.2
MOF 1.4 (current)	XMI 1.3 (adds Schema support)
MOF 1.4 (current)	XMI 2.0 (current; new format)
MOF 2.0 (in process)	XMI 2.1 (in process)

Source OMG, January 05, 2006

XMI et UML

Table de correspondance UML - XMI

UML	**XMI 1.0 DTD**	**XMI 1.1 DTD**	**XMI 1.2 DTD**	**XMI 1.2 Schema**	**XMI 2.0 Schema**	**XMI 2.1 Schema**
1.3	×	×	×	×		
1.4	×	×	×	×	×	
1.5	×	×	×	×	×	
2.0						XMI 2.1 (in process)

Source MDA en Action p. 108

XMI et DI

DI = Diagram Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des représentations graphiques
  - Format SVG - Scalable Vector Graphics (W3C)
  - SVG est un langage XML

XMI et DI

DI = Diagram Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des représentations graphiques
  - Format SVG - Scalable Vector Graphics (W3C)
  - SVG est un langage XML
- DI : Transformations XML en SVG

XMI et DI

DI = Diagram Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des représentations graphiques
  - Format SVG - Scalable Vector Graphics (W3C)
  - SVG est un langage XML
- DI : Transformations XML en SVG
- Association UML - DI dans le métamodèle *SemanticModelBridge*

XMI et DI

DI = Diagram Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des représentations graphiques
  - Format SVG - Scalable Vector Graphics (W3C)
  - SVG est un langage XML
- DI : Transformations XML en SVG
- Association UML - DI dans le métamodèle *SemanticModelBridge*

XMI et DI

DI = Diagram Interchange

- Objectif : permettre l'interopérabilité des représentations graphiques
  - Format SVG - Scalable Vector Graphics (W3C)
  - SVG est un langage XML
- DI : Transformations XML en SVG
- Association UML - DI dans le métamodèle *SemanticModelBridge*

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI

QVT : état actuel

Specification Name:	**Query View Transformation (QVT™)**		
Description:	QVT is a model transformation language. The QVT specification has a hybrid declarative/imperative nature, with the declarative part being split into a two-level architecture.		
Keywords:	MOF2 Query/View/Transformation Adopted Specification		
atest / past specifications:	Current version: ??		Past versions
Revision Information:	Status: 2.0 finalization	Working Document: Final Adopted Specification	Contacts:
Related OMG Specifications:	MDA, MOF, UML, XMI		
Related Industry Standards:			

http://www.omg.org/docs/ptc/05-11-01.pdf
spécification à venir

QVT : Aperçu

OMG QVT Query View Transformation

- Objectif : unifier les langages de transformation
  - par programmation
  - par patron, règle, template
  - par modélisation

QVT : Aperçu

OMG QVT Query View Transformation

- Objectif : unifier les langages de transformation
  - par programmation
  - par patron, règle, template
  - par modélisation
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)

QVT : Aperçu

OMG QVT Query View Transformation

- Objectif : unifier les langages de transformation
  - par programmation
  - par patron, règle, template
  - par modélisation
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres approches : ATL, Kermeta, UMT, Bosco...

QVT : Aperçu

OMG QVT Query View Transformation

- Objectif : unifier les langages de transformation
  - par programmation
  - par patron, règle, template
  - par modélisation
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres approches : ATL, Kermeta, UMT, Bosco...

QVT : Aperçu

OMG QVT Query View Transformation

- Objectif : unifier les langages de transformation
  - par programmation
  - par patron, règle, template
  - par modélisation
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres approches : ATL, Kermeta, UMT, Bosco...

QVT : Aperçu

OMG QVT Query View Transformation

- Objectif : unifier les langages de transformation
  - par programmation
  - par patron, règle, template
  - par modélisation
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres approches : ATL, Kermeta, UMT, Bosco...

QVT : Aperçu

OMG QVT Query View Transformation

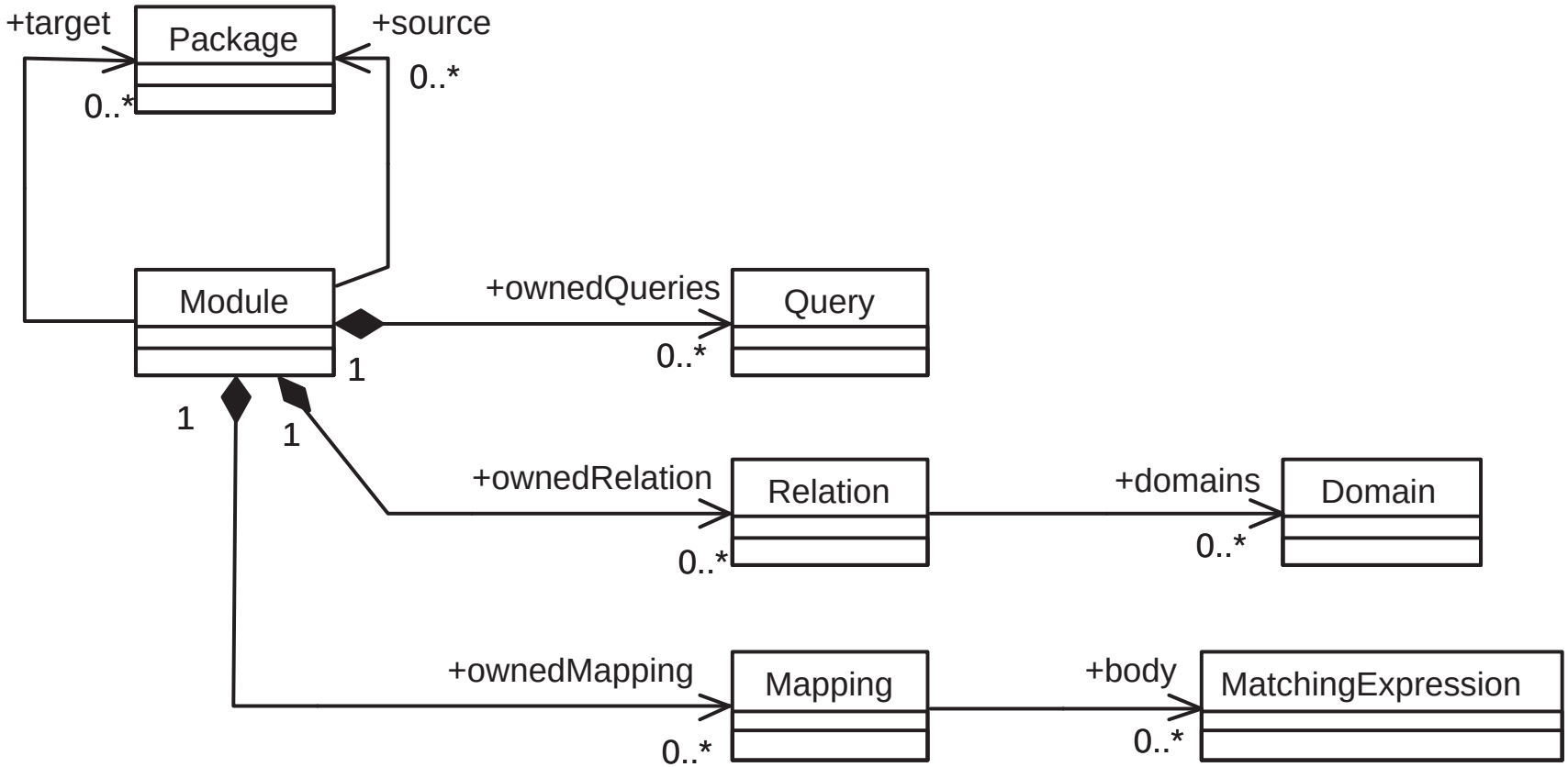
- Objectif : unifier les langages de transformation
  - par programmation
  - par patron, règle, template
  - par modélisation
- Normes : basé sur 3 standards (XML, UML, MOF)
- Autres approches : ATL, Kermeta, UMT, Bosco...

Référence de MOF2.0 QVT

http://www.omg.org/docs/ptc/05-11-01.pdf

QVT : métamodèle simplifié

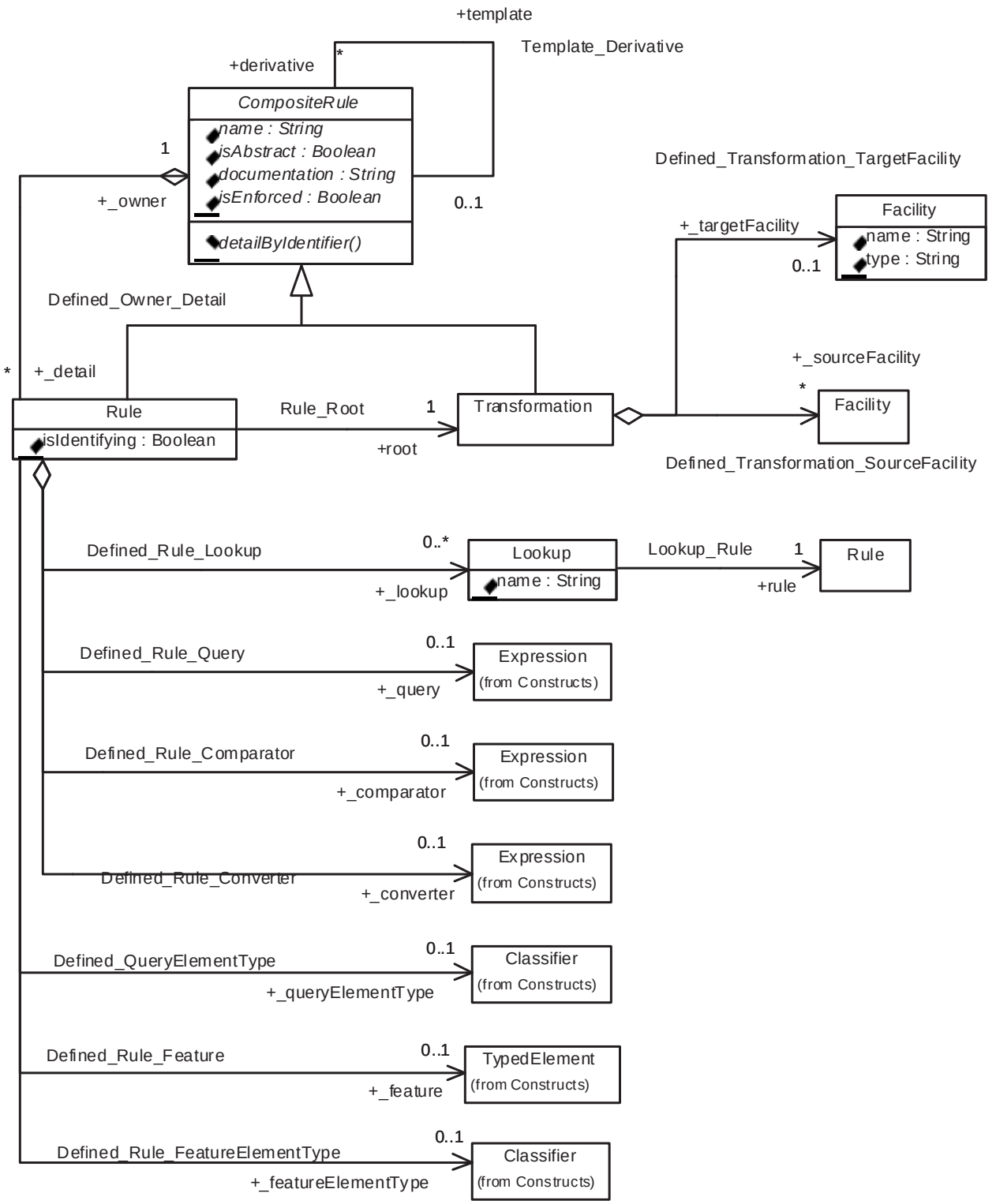
[Bla05]



QVT : Principes

1 module = 1 transformation

- source, target : métamodèles (MOF2.0) sources et cibles de la transformation
- Query : requêtes de la transformation (OCL)
- Relation : règles de correspondance entre source et cible
  - Domain : sous-ensemble d'un métamodèle
- Mapping : règles de construction (correspondances structurelles entre métamodèles), déclaratif
  - MatchingExpression : actions de construction (impératif)


+template
Template_Derivative
+derivative
*
CompositeRule
name : String
isAbstract : Boolean
documentation : String
isEnforced : Boolean
detailByIdentifier()
1
+_owner
0..1
Defined_Owner_Detail
Defined_Transformation_TargetFacility
+_targetFacility
Facility
name : String
type : String
0..1
+_sourceFacility
*
Facility
Defined_Transformation_SourceFacility
* +_detail
Rule
isIdentifying : Boolean
Rule_Root
1
Transformation
+root
Defined_Rule_Lookup
0..*
Lookup
name : String
+_lookup
Lookup_Rule
1
Rule
+rule
Defined_Rule_Query
0..1
Expression
(from Constructs)
+_query
Defined_Rule_Comparator
0..1
Expression
(from Constructs)
+_comparator
Defined_Rule_Converter
0..1
Expression
(from Constructs)
+_converter
Defined_QueryElementType
0..1
Classifier
(from Constructs)
+_queryElementType
Defined_Rule_Feature
0..1
TypedElement
(from Constructs)
+_feature
Defined_Rule_FeatureElementType
0..1
Classifier
(from Constructs)
+_featureElementType

OMG et normes

1. Object Management Group
2. Normes
3. UML
4. MOF
5. XMI
6. QVT
7. Cadre fédérateur MDA

MDA

1. Généralités
2. Principes
3. Transformations
4. Application
5. Exemples

MDA : remarque préliminaire

Outils de Génie Logiciel (+/- AGL) = automatiser

- édition de spécification
- analyse de spécification
- étude de propriétés, typage...
- manipulations : vérifications, preuves, tests, génération de code

La génération de "code" est un changement de représentation en vue d’utiliser d’autres outils GL.

MDA : la vision de l'OMG 1/3

Constat OMG (2000)

- fin du mythe de l'application autonome, sans maintenance, sans évolution

MDA : la vision de l'OMG 1/3

Constat OMG (2000)

- fin du mythe de l'application autonome, sans maintenance, sans évolution
- évolution rapide des technologies (XML, Web, langages, environnements)

MDA : la vision de l'OMG 1/3

Constat OMG (2000)

- fin du mythe de l'application autonome, sans maintenance, sans évolution
- évolution rapide des technologies (XML, Web, langages, environnements)
- remise en cause permanente des infrastructures techniques

MDA : la vision de l'OMG 1/3

Constat OMG (2000)

- fin du mythe de l'application autonome, sans maintenance, sans évolution
- évolution rapide des technologies (XML, Web, langages, environnements)
- remise en cause permanente des infrastructures techniques
- remise en cause permanente des besoins

MDA : la vision de l'OMG 2/3

Solutions

- abstraction : travailler sur des modèles et non des implantations

Model Driven

MDA : la vision de l'OMG 2/3

Solutions

- abstraction : travailler sur des modèles et non des implantations

Model Driven

- automatisation : outils de production du code

MDA : la vision de l'OMG 2/3

Solutions

- abstraction : travailler sur des modèles et non des implantations

Model Driven

- automatisation : outils de production du code
- intégration : fusion des applications (existantes ou non)

MDA : la vision de l'OMG 2/3

Solutions

- abstraction : travailler sur des modèles et non des implantations

Model Driven

- automatisation : outils de production du code
- intégration : fusion des applications (existantes ou non)
- test et validation : générés depuis les modèles

MDA : la vision de l'OMG 2/3

Solutions

- abstraction : travailler sur des modèles et non des implantations

Model Driven

- automatisation : outils de production du code
- intégration : fusion des applications (existantes ou non)
- test et validation : générés depuis les modèles
- séparer les préoccupations (domaines, bridges)

MDA : la vision de l'OMG 2/3

Solutions

- abstraction : travailler sur des modèles et non des implantations

Model Driven

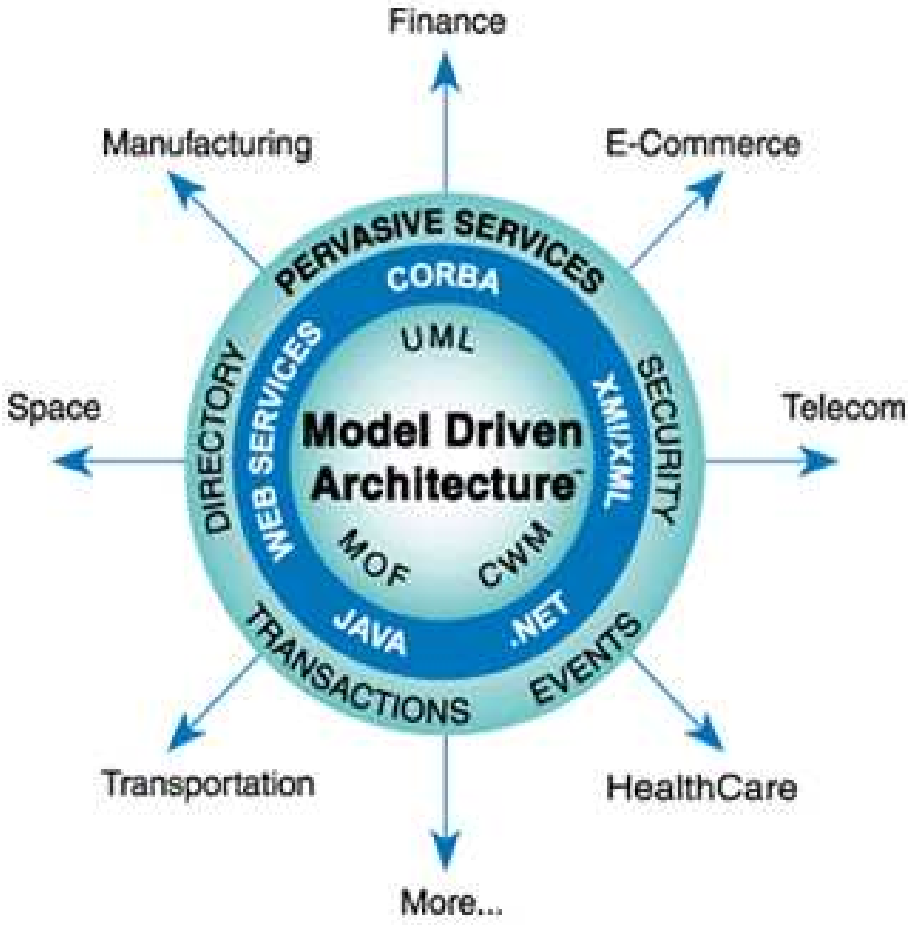
- automatisation : outils de production du code
- intégration : fusion des applications (existantes ou non)
- test et validation : générés depuis les modèles
- séparer les préoccupations (domaines, bridges)

nouvelle génération ?

une nouvelle étape dans les compilateurs

MDA : la vision de l'OMG 3/3

Fédère les activités de l'OMG



MDA : références

Sources bibliographiques = MDA

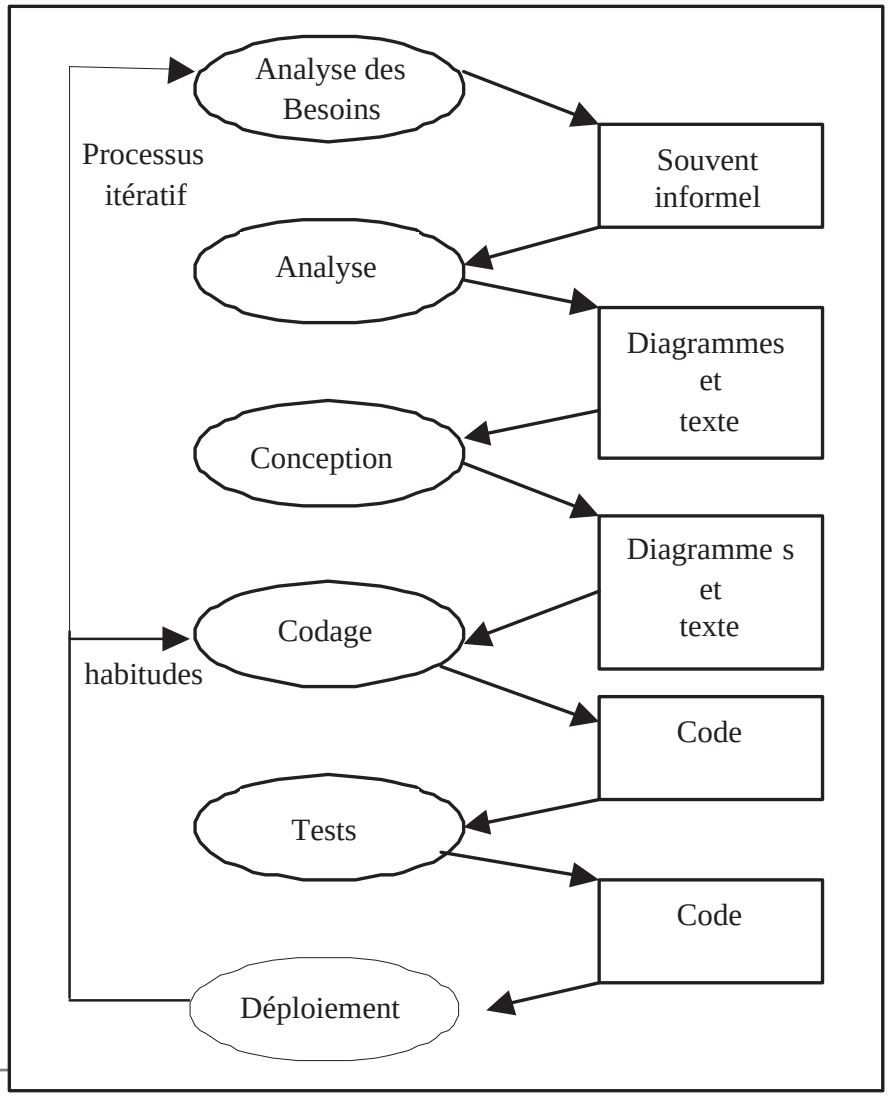
- la référence OMG [ME03]
- des approches MDA [KWB03, MSUW04]
- implantation [MB02, RFW+04]
  `http://www.kc.com/MDA/xuml.html`
- rapport bibliographique
  `http://www.sciences.univ-nantes.fr/info/perso/permanents/andre/COURS/DESS/ExposeDESS04/mda.pdf.zip`

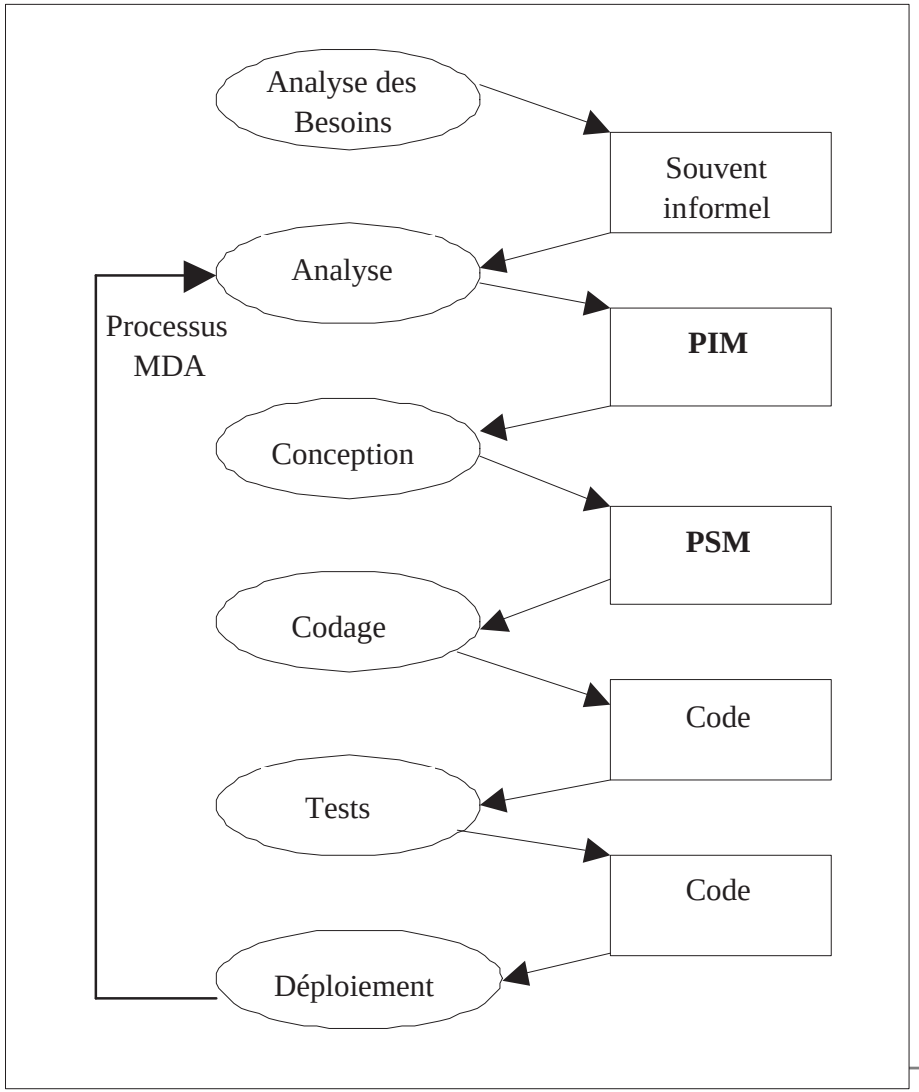
MDA : objectifs

- Productivité : réduire la distance modèle/code

MDA : objectifs

- Productivité : réduire la distance modèle/code





MDA : objectifs

- Productivité : réduire la distance modèle/code
- Portabilité : s'adapter aux technologies
  - chaque année apparaissent de nouvelles technologies (Java, Linux, XML, HTML, SOAP, UML, J2EE, .NET, JSP, ASP, Flash, Web Services,...)
  - problèmes d'investissements, de réutilisation

MDA = découpler modèles et infrastructure

MDA : objectifs

- Productivité : réduire la distance modèle/code
- Portabilité : s'adapter aux technologies
- Interopérabilité
  - faire communiquer anciennes et nouvelles applications
  - systèmes modulaires

  MDA = utiliser des ponts (*bridges*) entre modèles

MDA : objectifs

- Productivité : réduire la distance modèle/code
- Portabilité : s'adapter aux technologies
- Interopérabilité
- Maintenance et documentation
  - éternel problème de la mise à jour des logiciels et des documentations
  - génération de documentations adaptées (haut niveau d'abstraction)

MDA = travail au niveau du PIM

MDA : objectifs

- Productivité : réduire la distance modèle/code
- Portabilité : s'adapter aux technologies
- Interopérabilité
- Maintenance et documentation

$\Rightarrow$ gagner en abstraction (PIM)

$\Rightarrow$ formaliser les technologies (PSM) et automatiser les transformations

MDA : objectifs

- Productivité : réduire la distance modèle/code
- Portabilité : s'adapter aux technologies
- Interopérabilité
- Maintenance et documentation

$\Rightarrow$ gagner en abstraction (PIM)

$\Rightarrow$ formaliser les technologies (PSM) et automatiser les transformations

Pas nouveau, mais l'originalité réside dans la tentative de formalisation (normalisation)

$\Rightarrow$ niveau d'abstraction de Merise (MCD, MLD, MPD)

$\Rightarrow$ générateurs de code

MDA

1. Généralités
2. Principes
3. Transformations
4. Application
5. Exemples

MDA : concepts de base 1/5

Définition (Système)

*Le terme **système** correspond à la désignation courante (organisation, personne, système information, programme...).*

Définition (Modèle)

*Un **modèle** d'un système est une spécification de ce système et de son environnemet selon des objectifs donnés (une interprétation).*

Définition (Architecture)

*L'**architecture** d'un système est une spécification modulaire du système avec la description des modules et de leurs interactions (connecteurs).*

MDA : concepts de base 2/5

Définition (Plateforme)

*Une **plateforme** est un ensemble de sous-systèmes et de technologies fournissant un ensemble cohérent de fonctionalités décrites par des interfaces.*

- platesformes génériques : objet/batch/flots de données
- platesformes technologiques : CORBA, J2EE...
- platesformes propriétaires : Iona Orbix, Borland Visibroker, IBM Websphere, BEA Weblogic...

MDA : concepts de base 3/5

Définition (Vue)

*Une **vue** (un point de vue) constitue une abstraction selon certains critères de sélection (concepts architecturaux et règles de structuration).*

Le modèle MDA spécifie 3 points de vue :

- *Computation Independent Viewpoint* : environnement et besoins du système
- *Platform Independent Viewpoint* : opérations du système, invariant vis-à-vis des plateformes
- *Platform Specific Viewpoint* : ajoute des éléments spécifiques à une plateforme au PIM

MDA : concepts de base 4/5

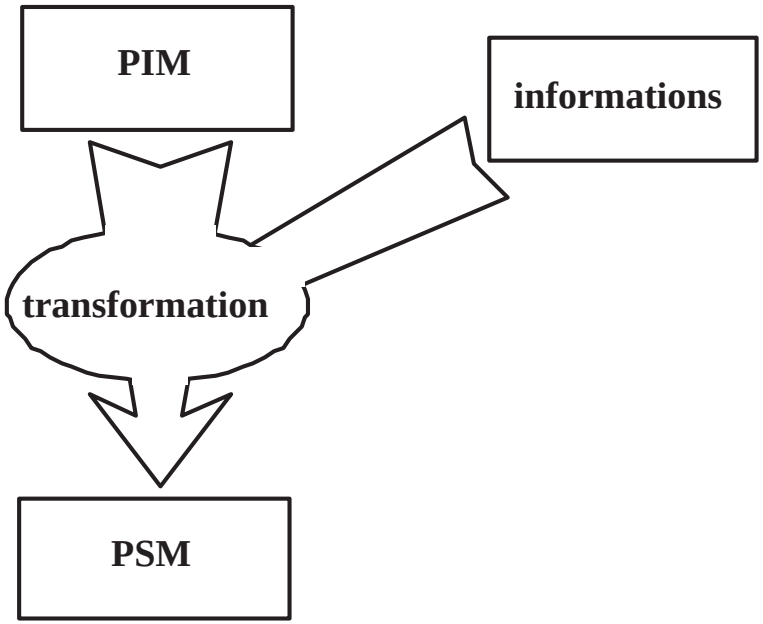
Aux 3 points de vue correspondent trois modèles :

- *Computation Independent Model* : le modèle selon la vue CIV, c'est-à-dire sans les détails de la structure du système. Il correspond aussi au modèle du domaine.
- *Platform Independent Viewpoint* : le modèle selon la vue PIV, c'est-à-dire le système indépendamment de toute réalisation. Par exemple, on utilisera une machine virtuelle comme un ensemble de service invocables. opérations du système, invariant vis-à-vis des plateformes
- *Platform Specific Viewpoint* : le modèle selon la vue PSV, c'est-à-dire dans les termes de la plateforme cible (ex: CCORBA, J2EE...)

MDA : concepts de base 5/5

Définition (Vue)

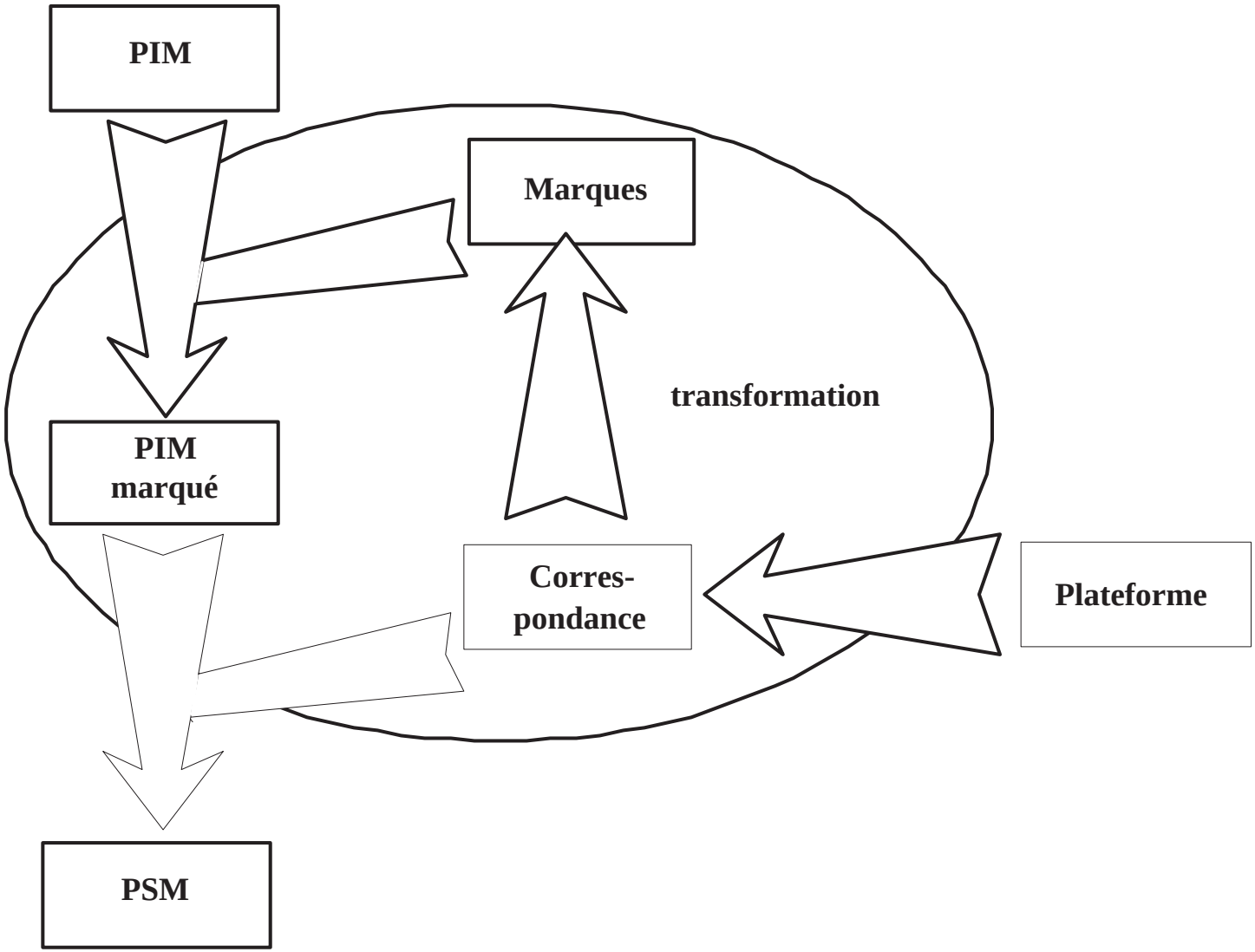
*Une **transformation de modèle** (un point de vue) convertit un PIM en un PSM selon des règles de transformation. C'est une sorte de patron réplicable.*



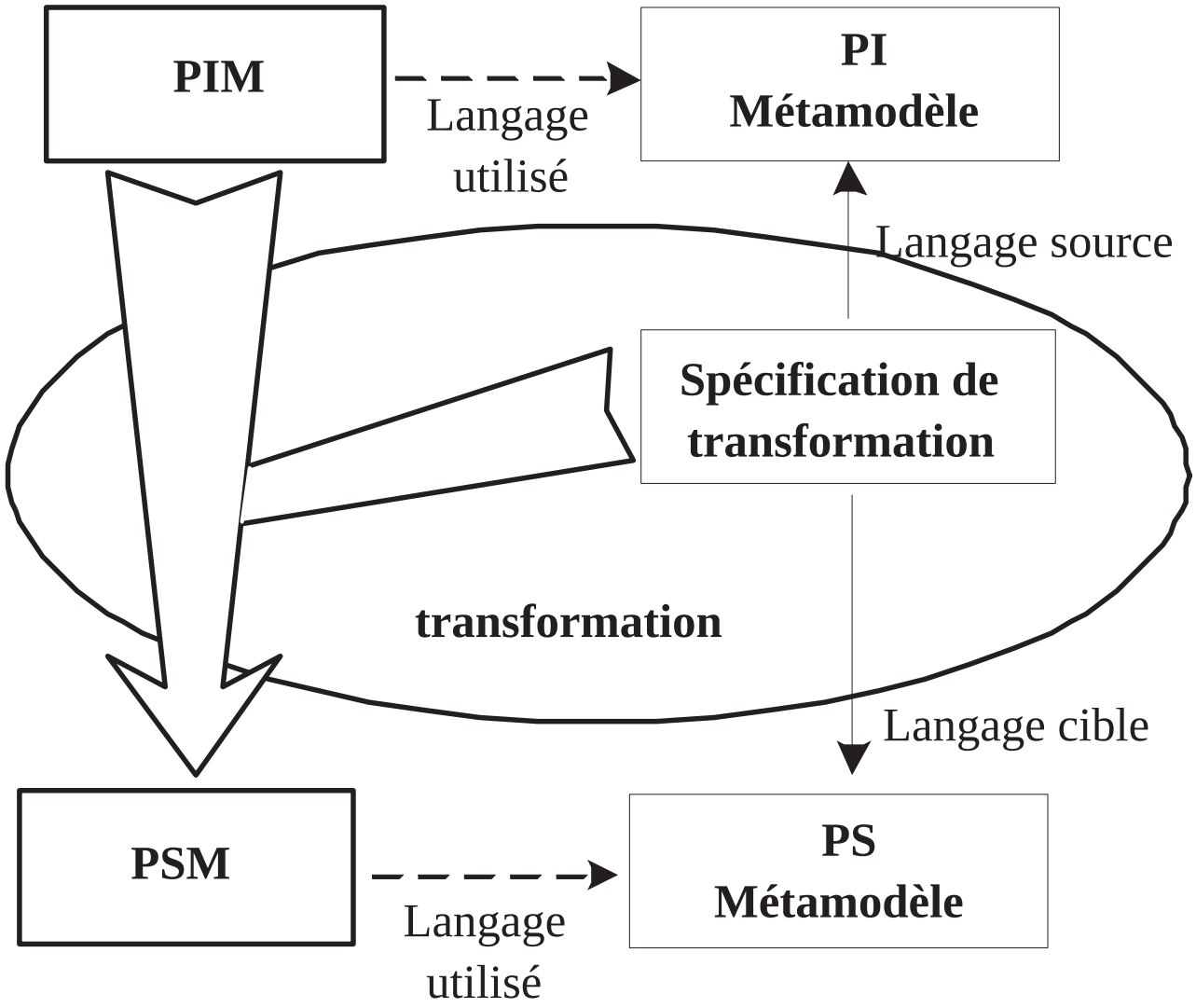
MDA

1. Généralités
2. Principes
3. Transformations
4. Application
5. Exemples

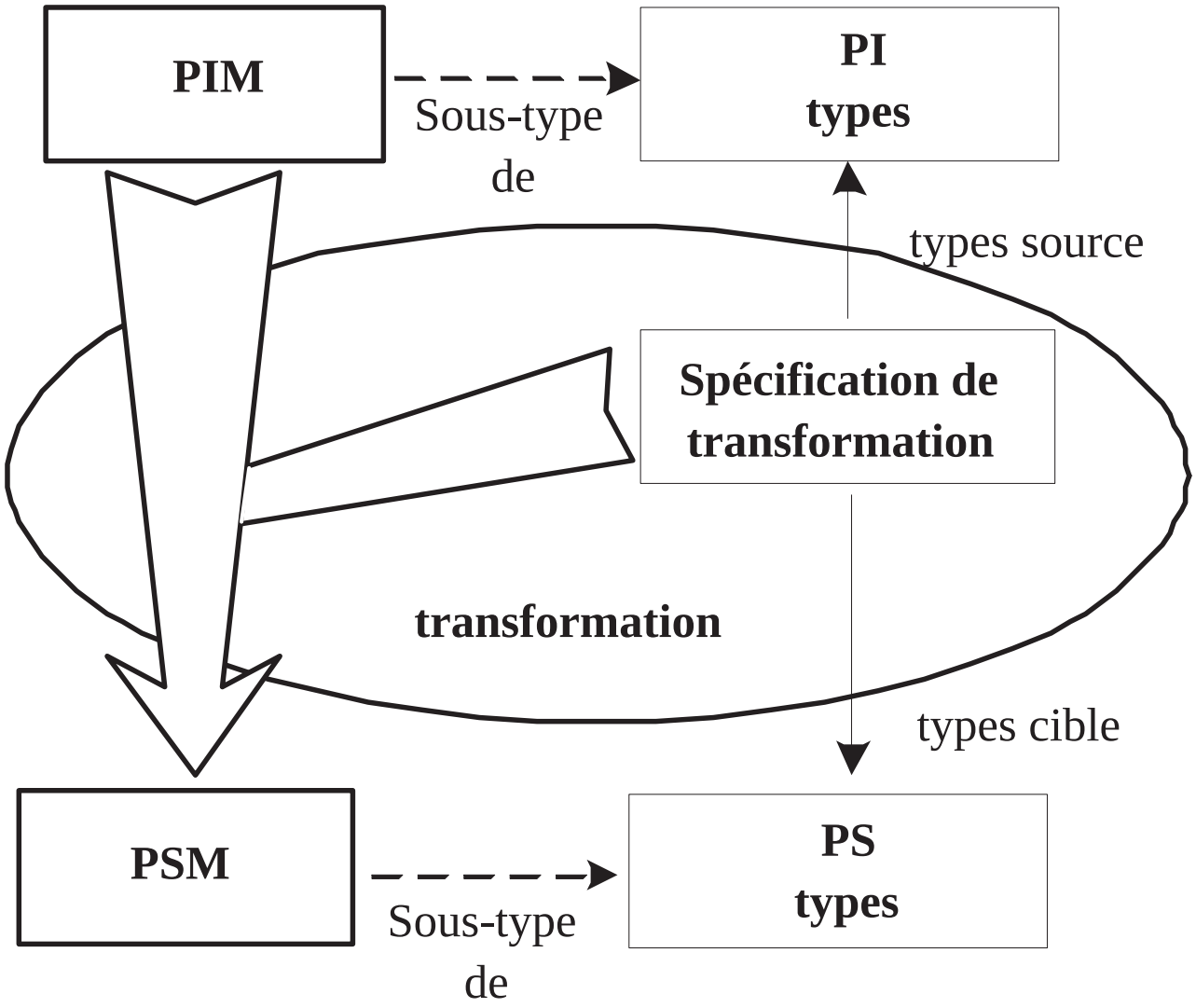
MDA : transformations par marquage



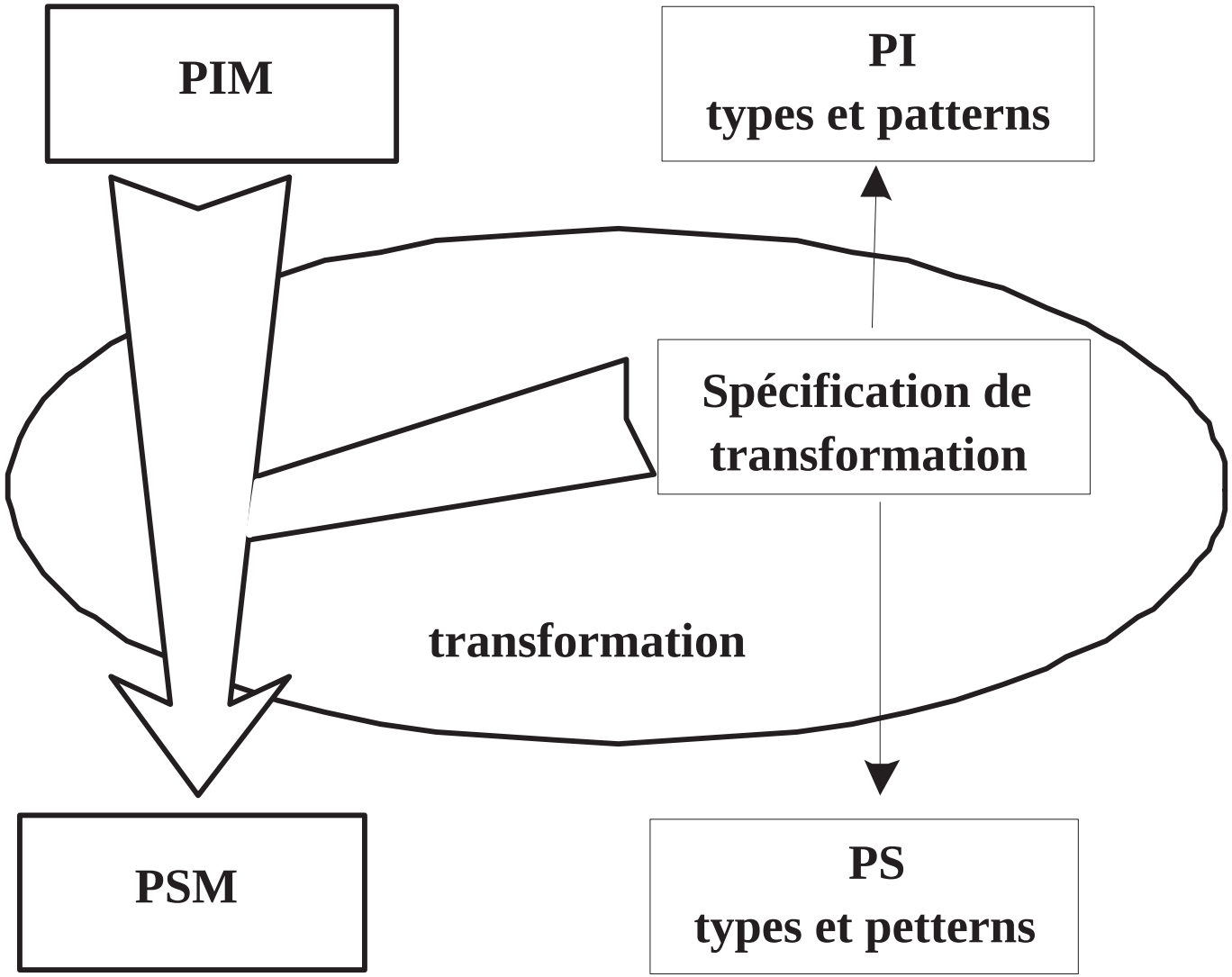
MDA : transformations de métamodèle



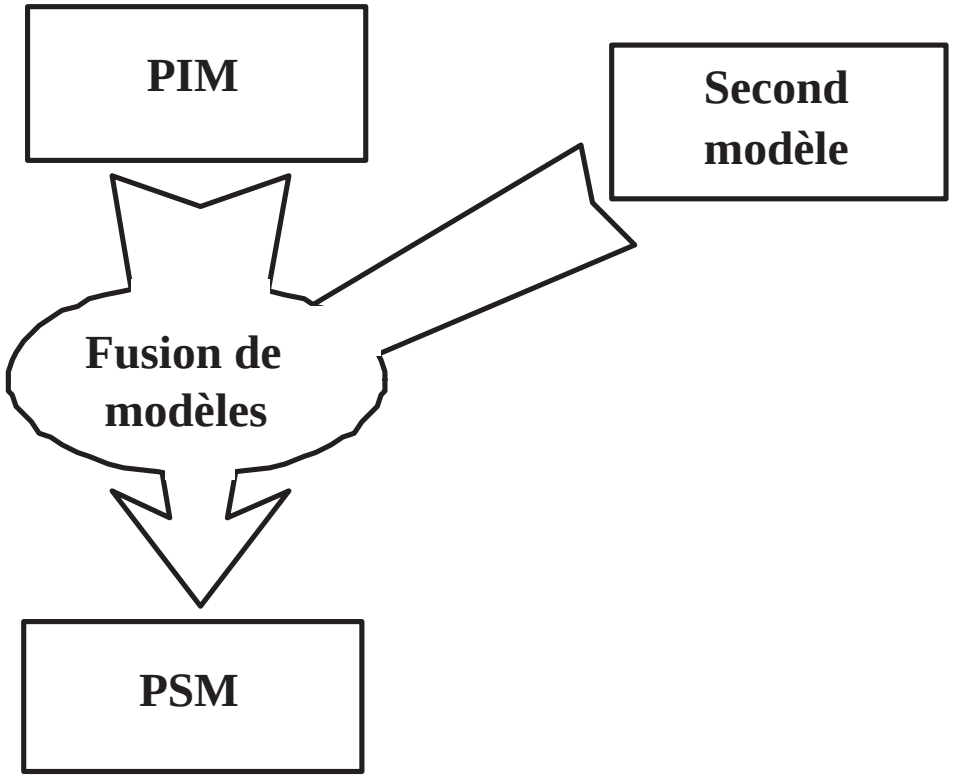
MDA : transformations de modèle



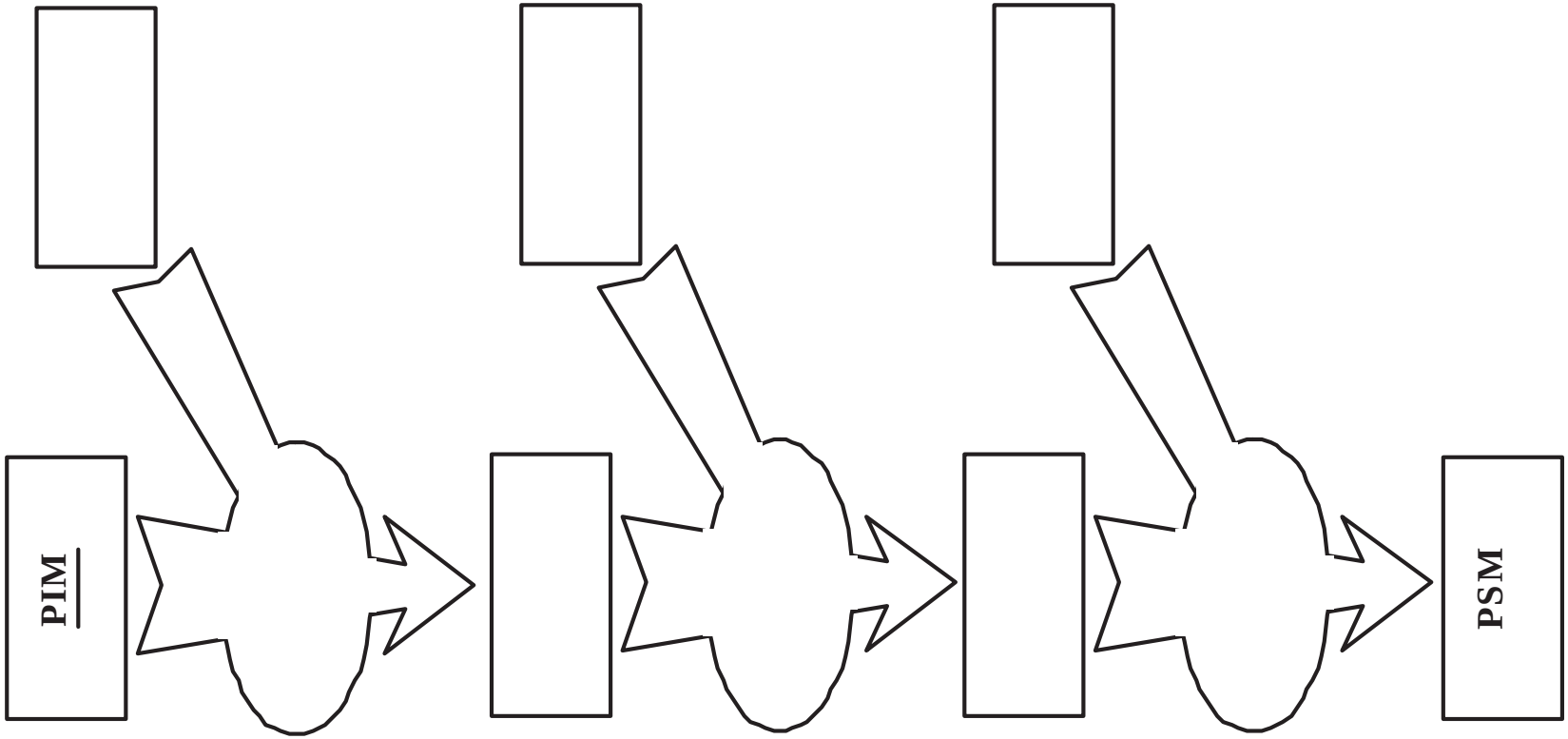
MDA : application de patron



MDA : fusion de modèles



MDA : combinaison de transformations



raffinement dans les méthodes formelles

IDA : vers un processus de transformation

Propriétés des transformations

- contrôler : paraméter, personnaliser, adapter, conditionner
- traçabilité
- cohérence incrémentale
- bidirectionnel

Les transformations deviennent des entités à part entière.

$\Rightarrow$ disposer d'un langage de transformation

$+$ connecté aux modèles (donc aux langages de modélisation)

$=$ métalangage pour les transformations

MDA

1. Généralités
2. Principes
3. Transformations
4. Application
5. Exemples

MDA : application

Les applications actuelles se focalisent sur 3 niveaux d'abstraction (*MDA Core*) :

- *PIM* : un modèle UML
- *PSM* : plusieurs modèles, chacun relevant d'une technologie particulière (transformations en parallèle + ponts)
  Le langage peut être spécifique ou un profil UML.
- *Code* : le code source de l'application

Le niveau *CIM* est ignoré car difficilement transformable directement en *PIM*.

MDA : application (suite)

Remarques

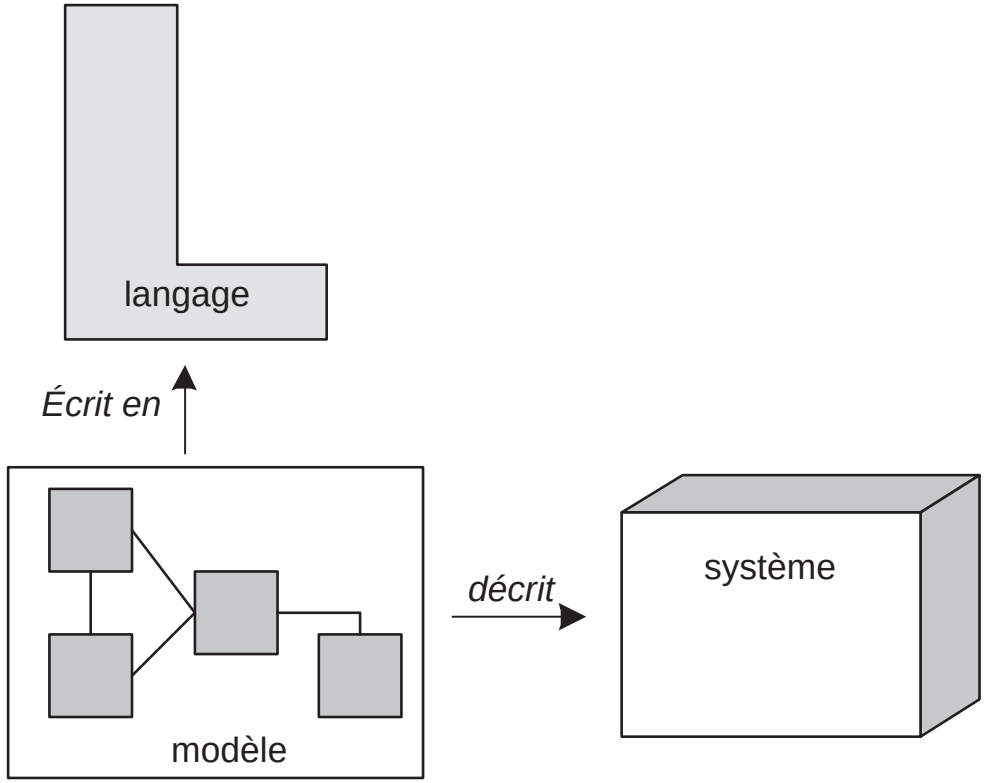
- Il n’est pas fait mention de niveaux intermédiaires. Autrement dit, si on compose des transformations en série, on ne sait pas de quoi sont faits les modèles intermédiaires (l’entrée est un PIM, la sortie est un PSM).
- On a besoin d’abstractions sur les outils et environnements de développement (l’axe technique d’un cycle en Y).

MDA : application (suite)

- Dans un processus de développement classique, à chaque étape (analyse, conception, conception détaillée, implantation), on ajoute ou transforme des éléments de modélisation et on prend des décisions.
  - Le développement MDA doit inclure ces décisions dans les transformations.
  - Pour transformer, il faut généralement une proximité sémantique : on ne transforme pas n'importe quoi en n'importe quoi.
  - Lorsque les transformations sont automatisées, toutes les informations essentielles se trouvent dans le PIM : on n'invente rien sur l'application, uniquement sur les représentations (exemple des actions).

MDA : un cadre de travail

[KWB03]
Principe de modélisation



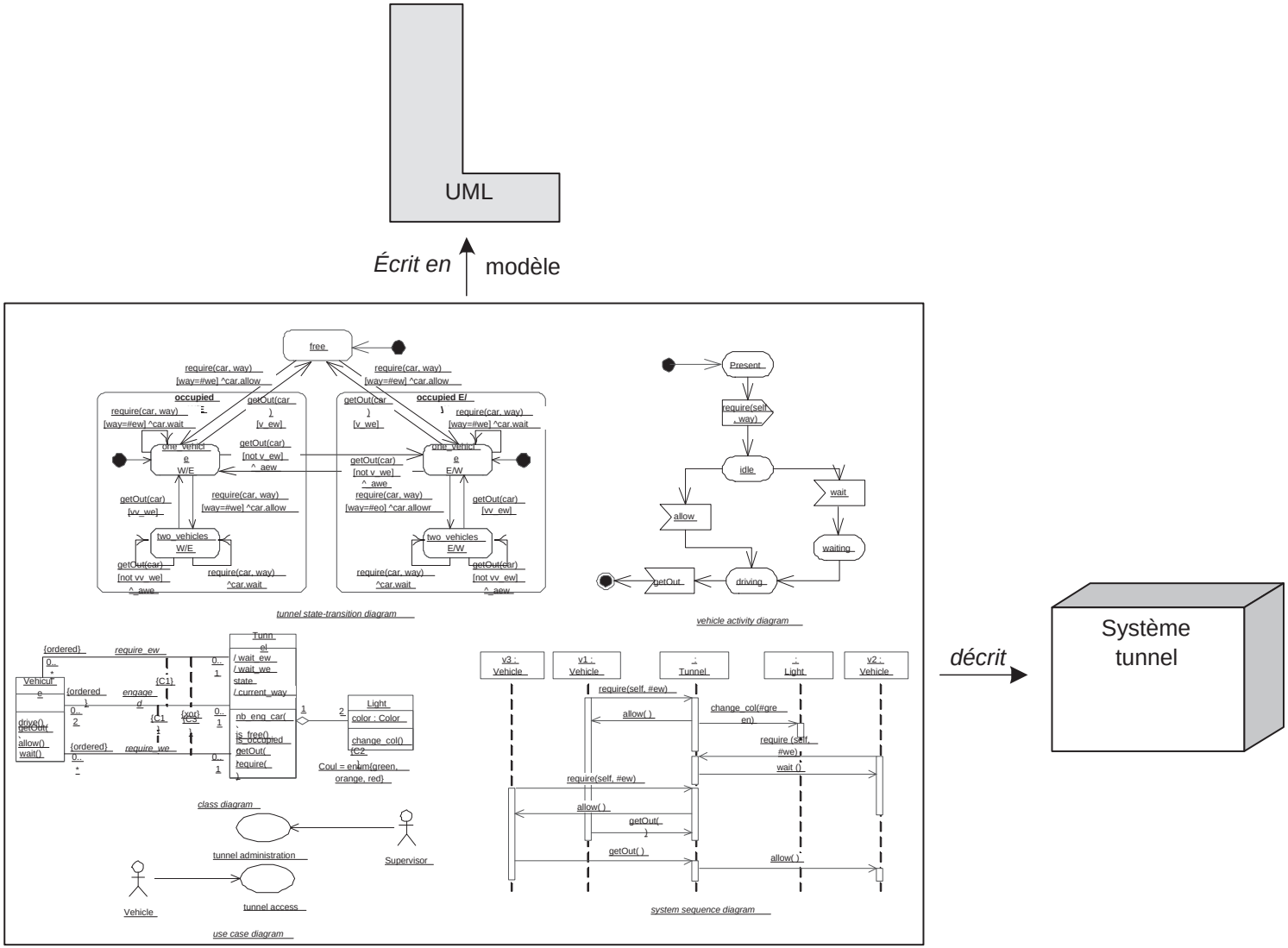
MDA : un cadre de travail (suite)

Différents types de modèles

- Métier / Application (*business and software models*) : CIM/PIM
- Structurel / dynamique (aspect, vue) : UML (différents diagrammes), Merise (E-A-P/Petri)
- PIM ou PSM : dénomination très relative
- Plateforme cible : profil UML, couche abstraite, couche propriétaire

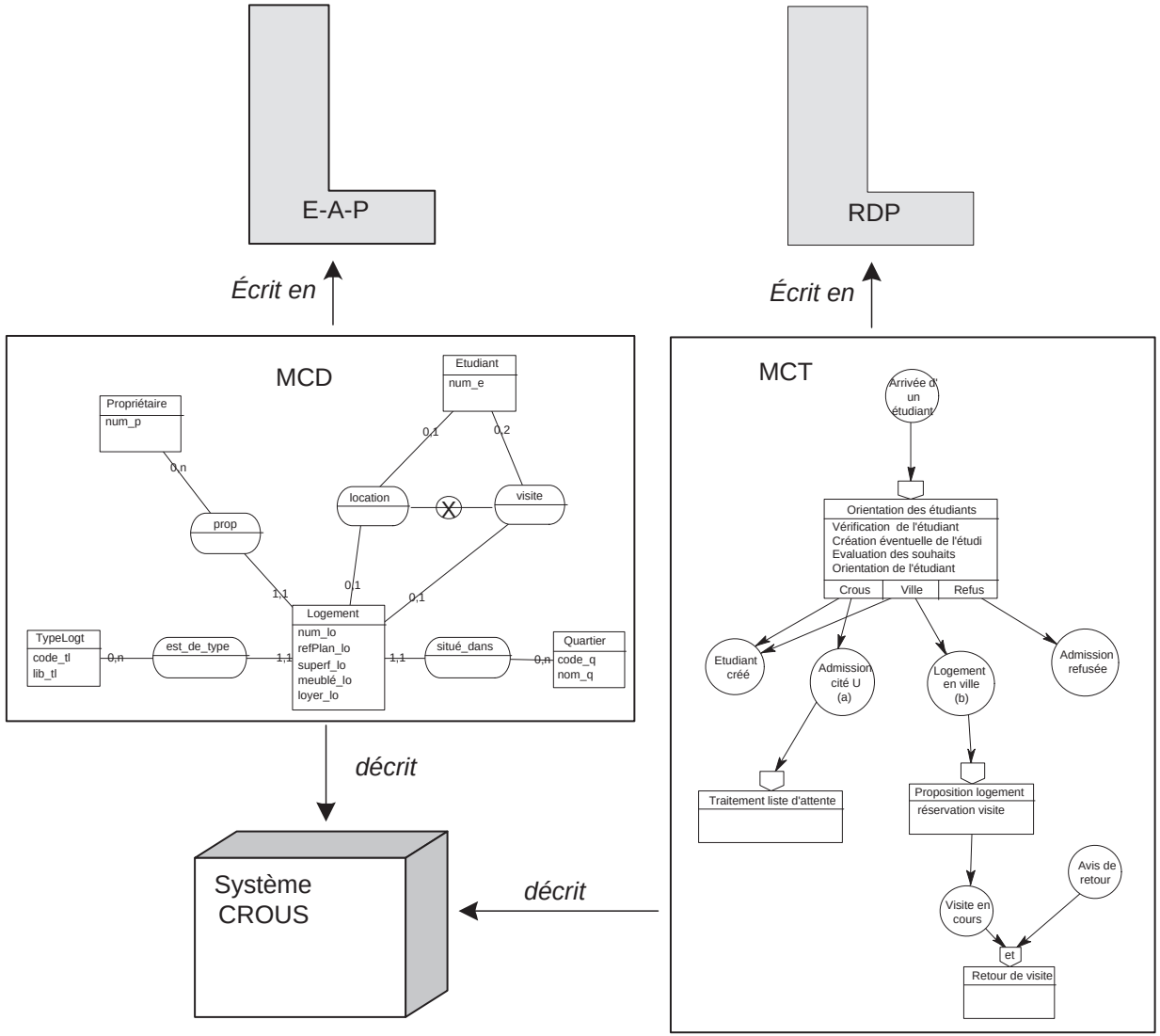
MDA : un cadre de travail (suite)

Langage multi-aspect



MDA : un cadre de travail (suite)

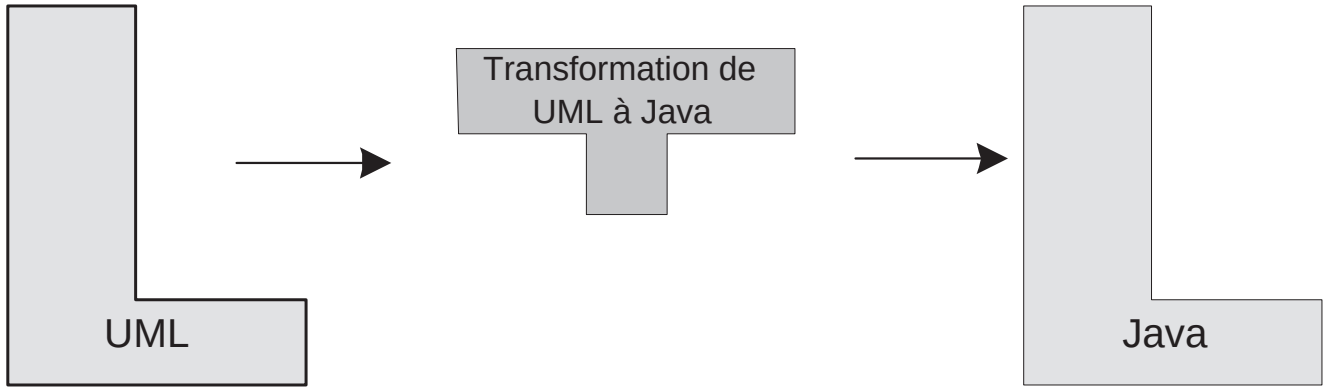
Un langage par aspect



MDA : un cadre de travail (suite)

Définition (Transformation)

*Une **transformation** est la génération automatique d'un modèle cible à partir d'un modèle source, selon la définition de la transformation.*



Définition (Définition de transformation)

*Une **définition de transformation** est un ensemble de règles de transformation qui décrivent comment un langage source est transformé en un langage cible.*

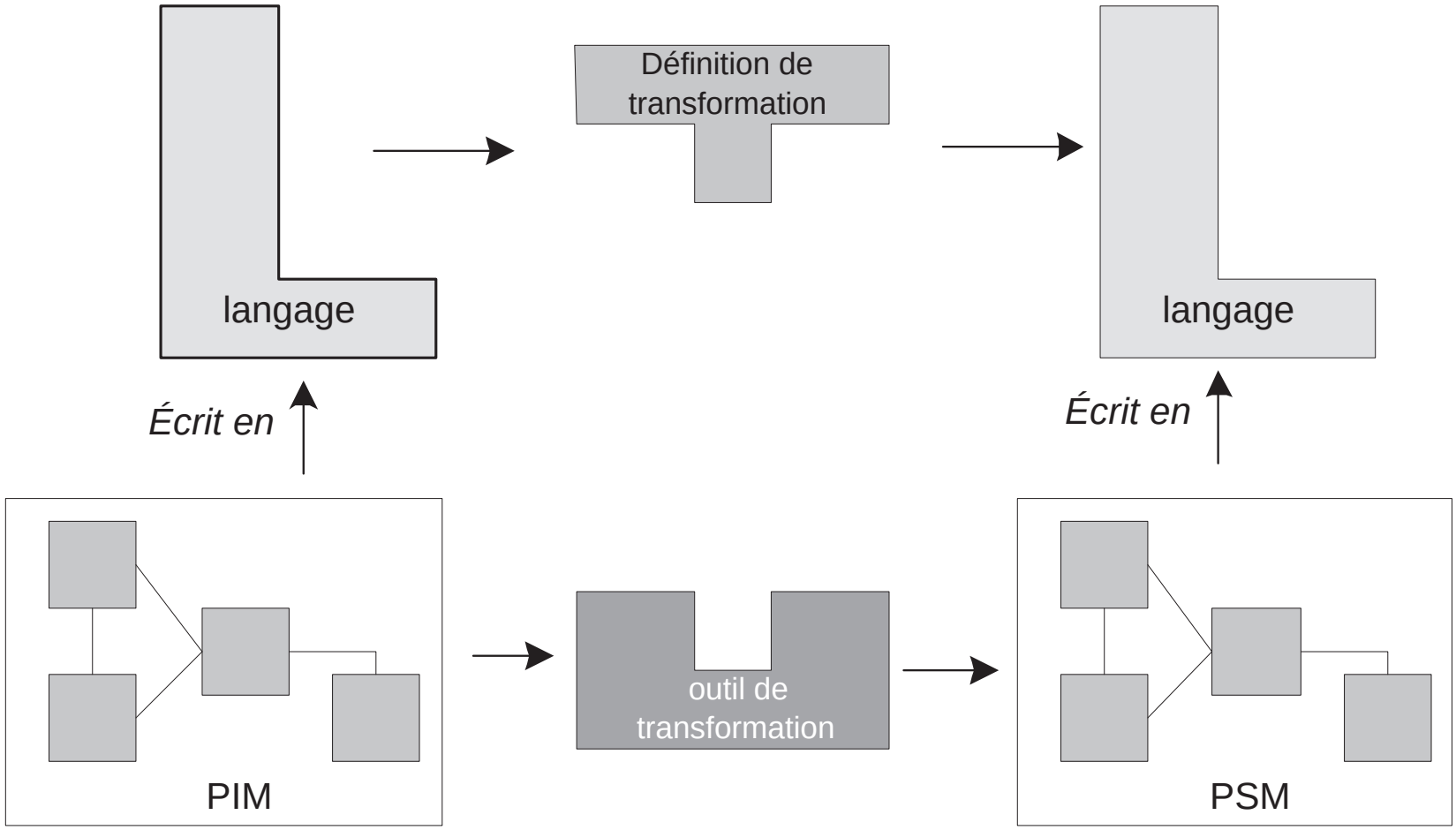
MDA : un cadre de travail (suite)

Définition (Règle de transformation)
*Une **règle de transformation** décrit la transformation de constructions du langage source en constructions du langage cible.*

- Le langage source et le langage cible peuvent être identiques : *refactoring*, normalisation
- La représentation concrète n'est isomorphe à la représentation abstraite. En termes de langage, une représentation XML (concrète) est une syntaxe pour différents langages abstraits.

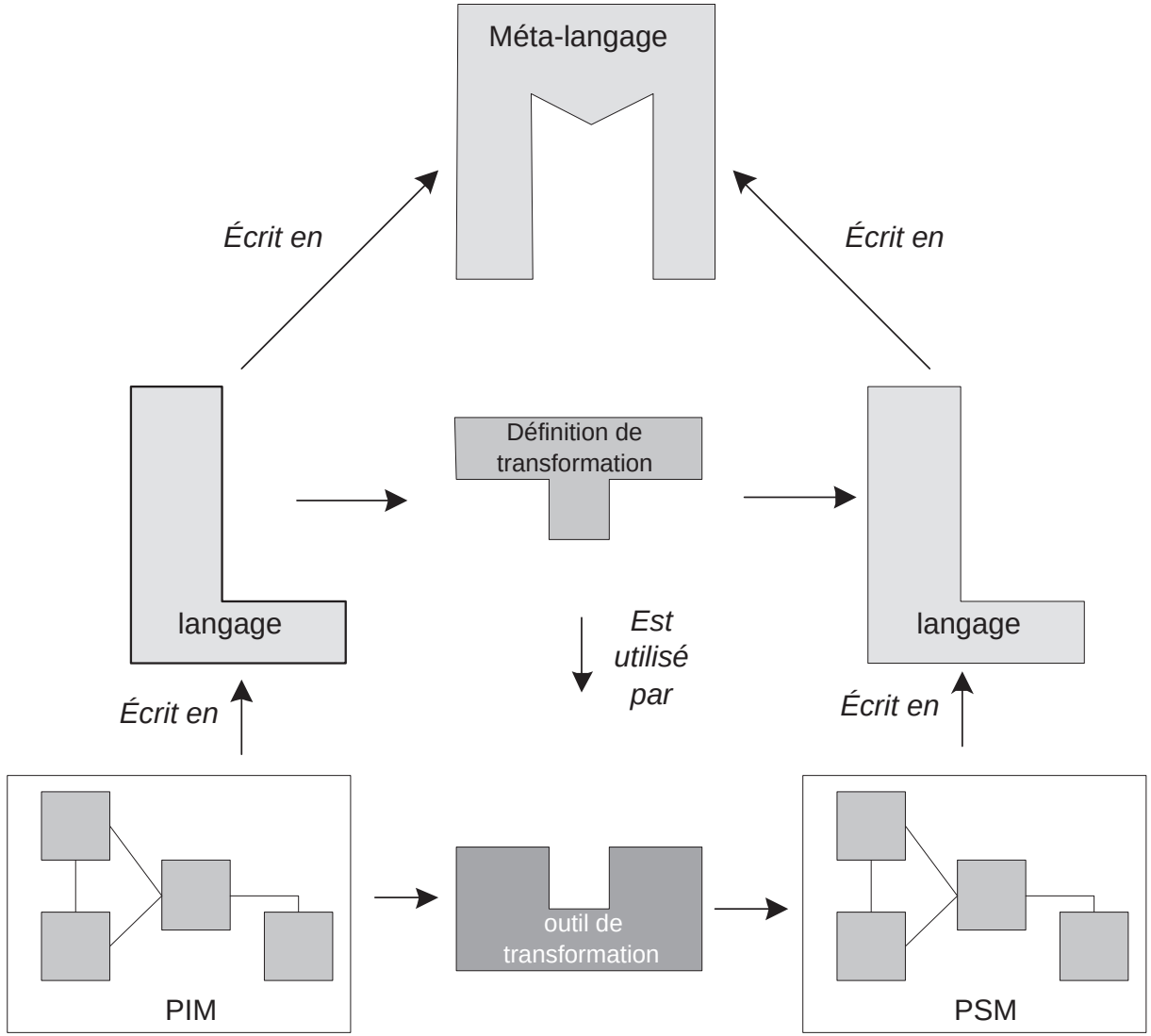
MDA : un cadre de travail (suite)

Cadre de base pour les transformations



MDA : un cadre de travail (suite)

Cadre étendu pour les transformations

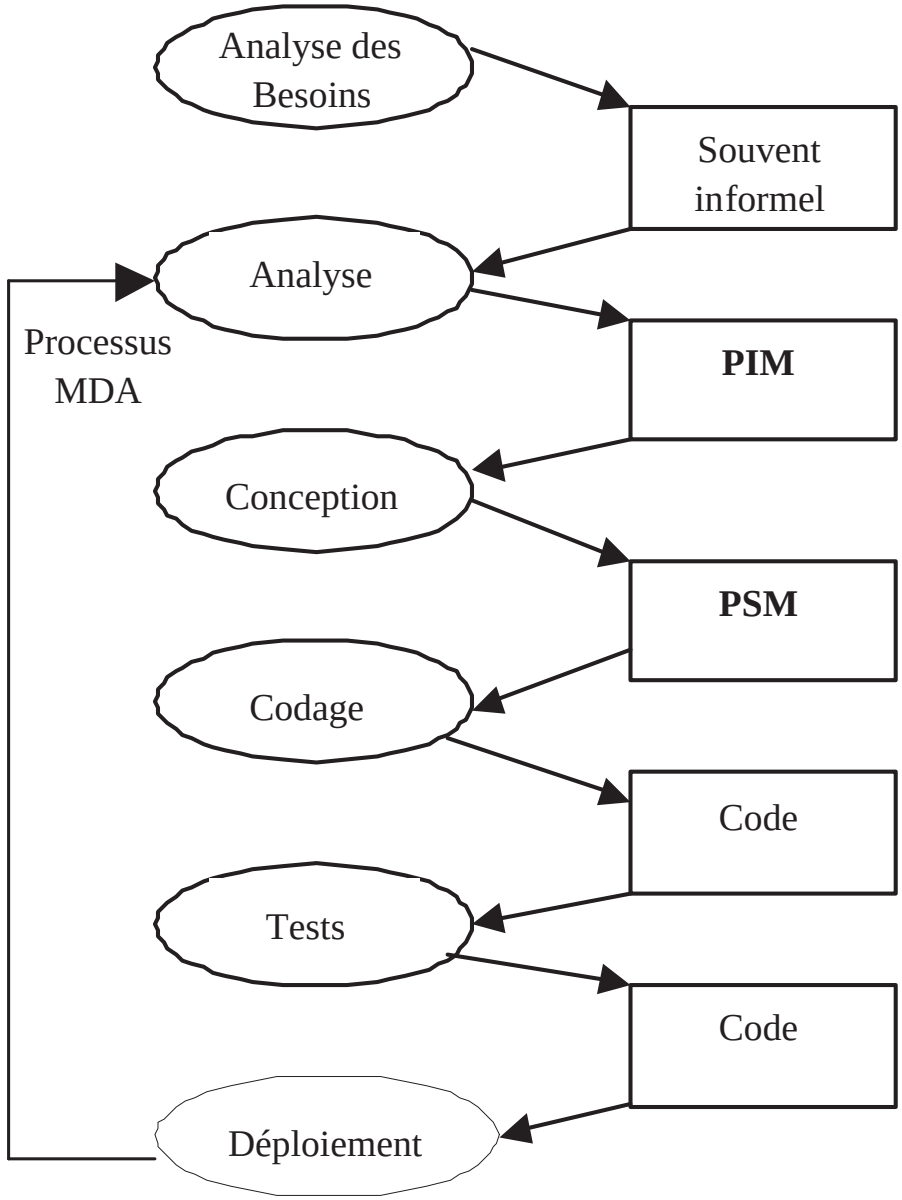


MDA : un cadre de travail (suite)

Langage de transformations
Règles

- nom
- paramètres
- cible
- condition
- actions de correspondance
- itérations

MDA : un cadre de travail (processus)



MDA

1. Généralités
2. Principes
3. Transformations
4. Application
5. Exemples

MDA : état des lieux 1/2

Base de l'OMG

- Langages modélisation : UML, OCL, AS, profils
- Langages de transformation : rien mais MOF, à venir QVT (Query, view, transformation)

PIM

- *Plain UML* : classique
- *Executable UML* : plusieurs versions basées sur la sémantique des actions (AS non standard)
- *UML-OCL* : différents compilateurs existent (cf TER)

MDA : état des lieux 2/2

Processus

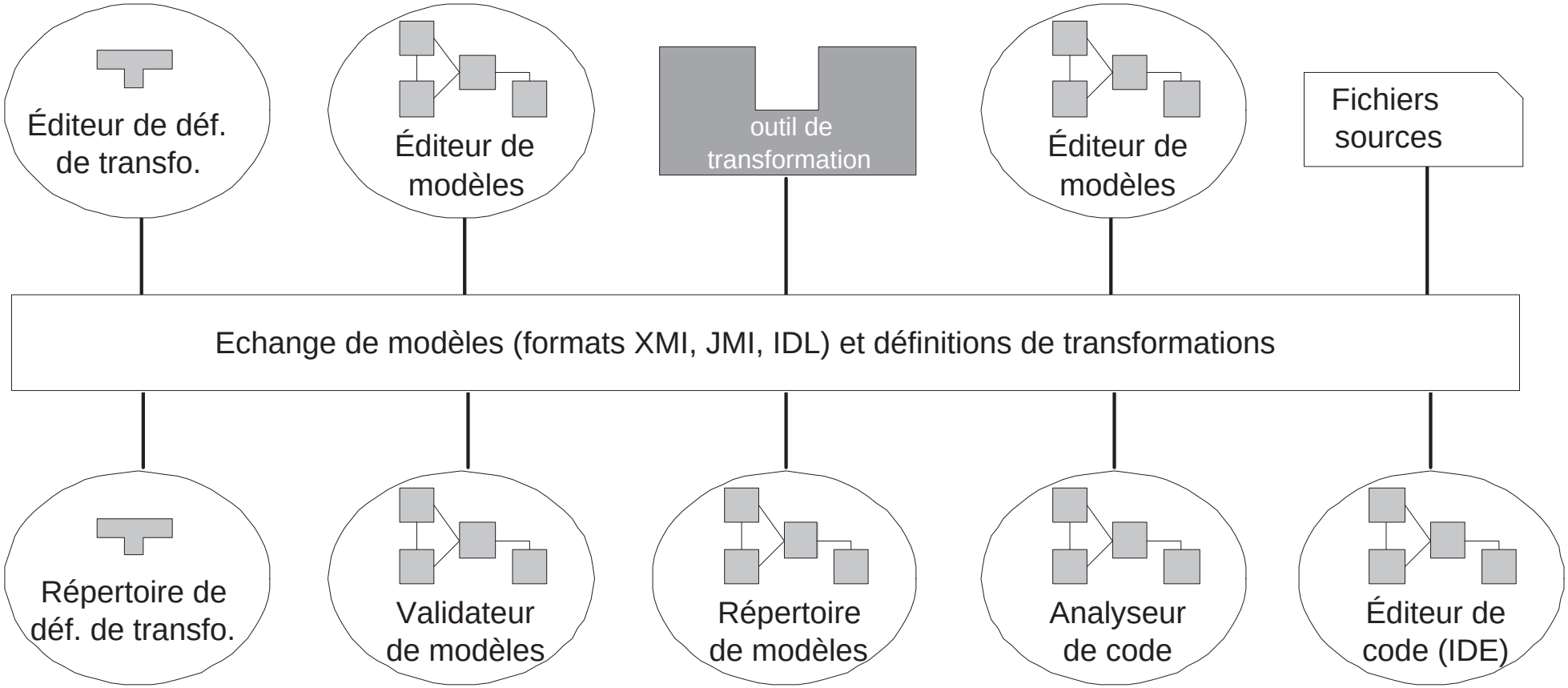
- Processus agiles (e.g. eXtreme Programming)
- Processus unifié (e.g. RUP)

Outils de transformation (complexe car couvre tous les AGL)

- de PIM à PSM : rare
- de PSM à code : générateurs de code actuels, roundtrip ?
- de PIM à code : idem
- Transformateur paramétrable : scrips, QVT ?
- Définition de transformations : QVT ?

MDA : environnement de développement

[KWB03]

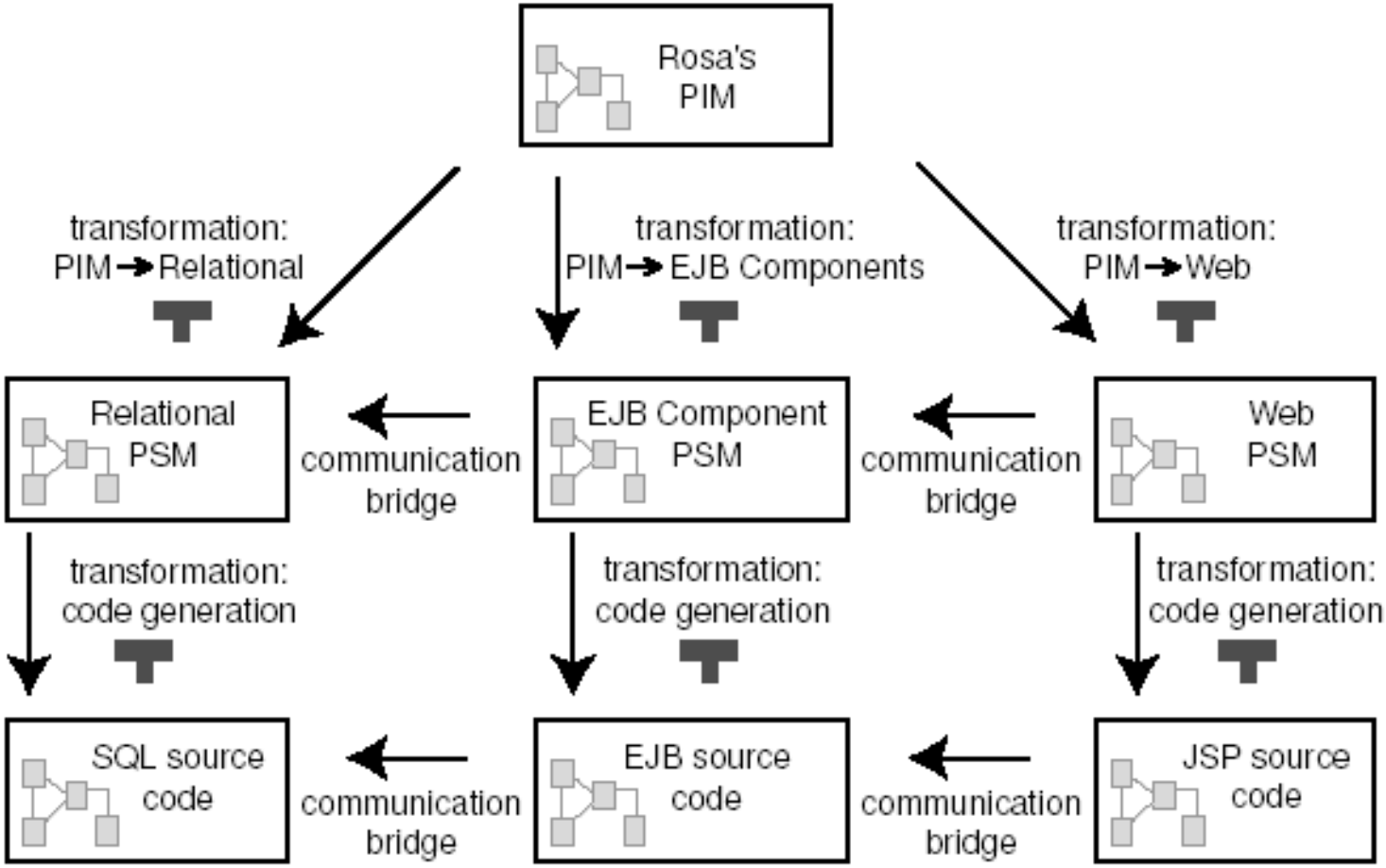


MDA : exemple 1

[KWB03] Kleppe/Warmer & Bast - Compuware's Optimal/J
http://www.compuware.fr/products/optimalj/

1. PIM = diagramme UML (classes métier) + OCL
2. Transformation PIM-PSM
   - de PIM à relationnel : connu
   - de PIM à EJB :
     - classe UML -> classe EJB Key
     - classe UML -> classe EJB Data
     - classe UML non composant -> composant EJB
     - association UML -> association avec un schéma EJB Data
     - ...
   - de PIM à Web : similaire EJB (informations)

MDA : exemple 1 (suite)



EJB : 2 PSM (*coarse/fine*)

MDA : exemple 1 (suite)

3 Ponts : relient les classes des PSM

4 Transformation PSM-Code

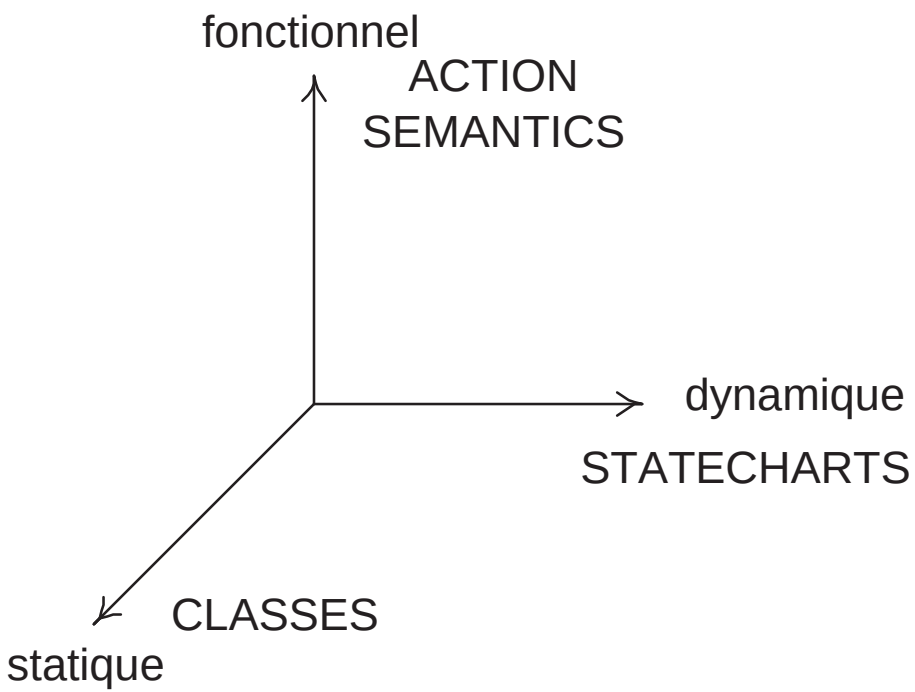
- de PSM/Rel à code : SQL
- de PSM/EJB à Java : spec. Sun
- de PSM/Web à JSP : JSP query

Commentaires

- Spécifications des PSM, règles de transformation
- On n'invente pas : dispose des éléments de base
- Au mieux on enrobe ou on plonge dans une architecture tout faire (*framework*) : ex : générateurs Access.
- Compilateur de modèles, *Pattern*

MDA : exemple 2

[MB02] XtUML, Balcer & Mellor
Project Technology, Nucleus BridgePoint - http://www.projtech.com



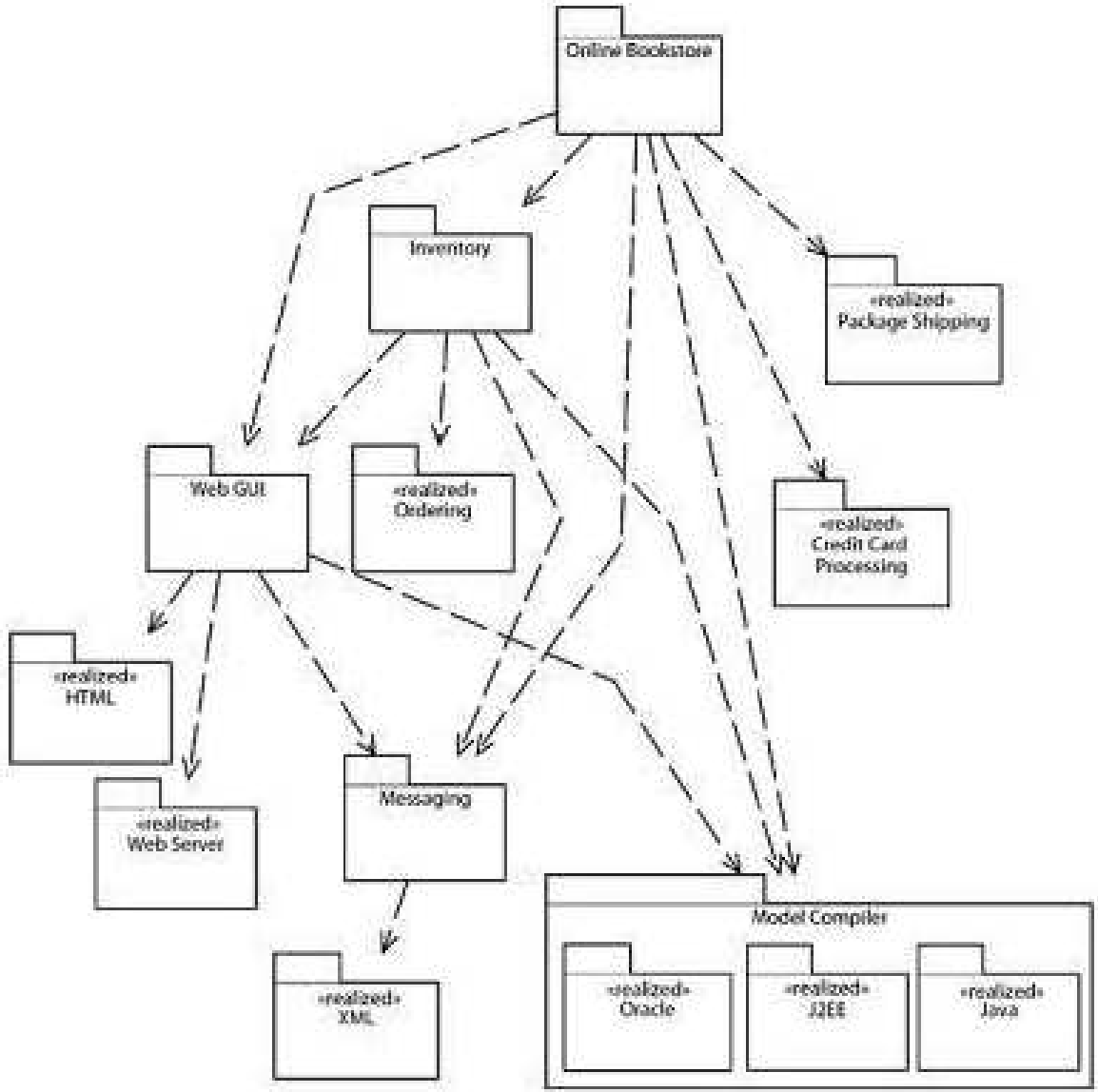
1. PIM = Executable UML
   - UML restreint
   - inspiré de Shlaer & Mellor (OOAD, TR, domaines)
   - restrictions
   - précision
   - BridgePoint Action Language

MDA : exemple 2 (suite)

Principes de modélisation

1. découper modulairement le modèle du système en domaines
   - modulaire : le domaine est cohérent et autonome
   - pas de séparation métier/technique : domaines "métier", GUI, BD, Programmation...
   - domaines substituables
   - domaines "existants"
   - étude des cas d’utilisation globale

MDA : exemple 2 (domaines)



MDA : exemple 2 (suite)

Principes de modélisation (suite)

1. découper modulairement le modèle du système en domaines
2. modélisation individuelle des domaines (3 axes)
3. ponts = dépendance (hypothèse-besoins) en couche entre domaines
4. itérations intra-domaines et inter-domaines (modèles)
5. vérifications de modèles
   - statique
   - dynamique par exécution de scénarios
6. compilation de modèles $\Rightarrow$ modèles exécutables

MDA : exemple 2 (suite)

2 PSM : compiled model

3 Transformation PIM-PSM : Compilateur de modèles
$\Rightarrow$ plonger dans un *framework* technique

- C++ multi-tâche pour systèmes embarqués
- C++ multi-processus pour systèmes transactionnels
- C++ multi-processus pour systèmes critiques
- C sans OS pour systèmes intégrés
- C++ multi-OS pour systèmes événementiels
- Java Byte Code pour EJB et XML
- Machine virtuelle UML (?)
- ...

MDA : exemple 2 (suite)

domaine / ponts / aspects / points de jonction

- un domaine pose des hypothèses (sur un pont)

Domaine : IHM Web

Objectif : fournir un accès en ligne aux utilisateurs.

Hypothèses non résolue : les menus de sélection acceptent une quantité "15 exemplaires de ce livre".

Pont vers le domaine Serveur Web : Les communications sont sécurisées.

Compilateur : Les communications sont au format XML. Les instances sont persistantes.

MDA : exemple 2 (suite)

- au niveau exécution $\Rightarrow$ AOP
  - un domaine est un aspect
  - un point est un ensemble de points de jonction
- Ponts explicites : références intra-domaine
  - entités externes (acteurs)
  - messages (signaux) externes
  - opérations de pont : définie dans une entité externe (paquetage)
- Ponts implicites : points de jonction entre domaines
  - pas de dénomination externe mais des correspondances entre éléments de domaines différents
  - tables de correspondance (e.g. la classe C1 du domaine D1 correspond à la classe C2 du domaine 2)

MDA : exemple 2 (suite)

Commentaires

- Approche "programmation" : le PIM est très fourni, le compilateur implante
- Séduisant : effort de modélisation et non de développement
- Problème : trouver les compilateurs et framework techniques

la balle est dans le camp des fournisseurs d’outils de développement et non pas des utilisateurs

MDA : exemple 3

[RFW+04] xUML, Raistrick and al.
Kennedy-Carter, iUMLLite - http://www.kc.com

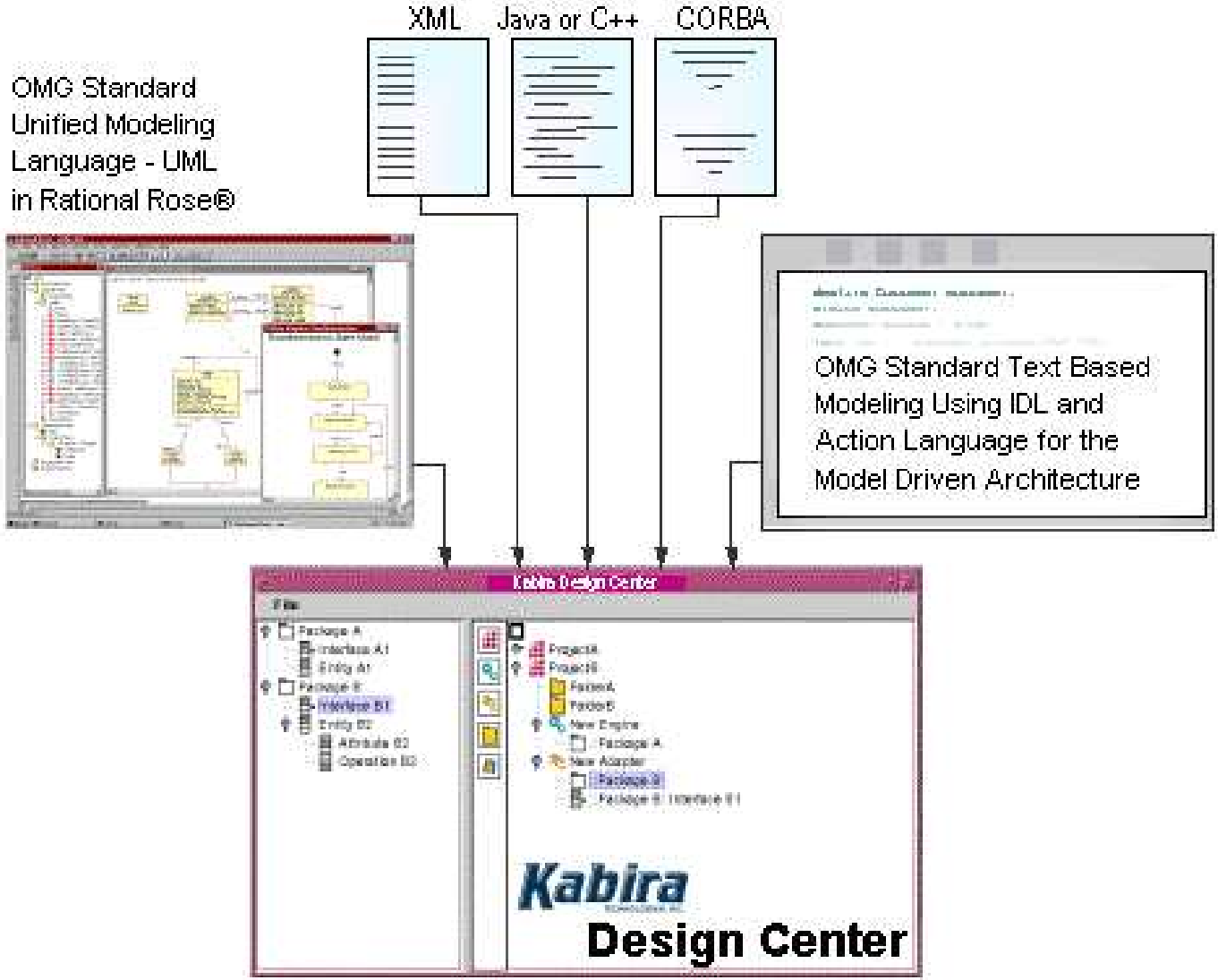
- similaire XtUML : domaines, ponts, modèles, 3 axes de modélisation,
- générateur de code configurable
- Action Specification Language

MDA : exemple 4

Suite de produits Kabira Design Center, Kabira Business Accelerator (KBA) Kabira, KDC - http://www.kabira.com

- Importation de modèles UML, Couplage Rational Rose
- Kabira Action Semantics (donné à part)
- Infrastructures d'accueil (solutions distribuées sur le réseau) : ObjectSwitch, Corba
  - Distribution, Thread-Management, Query , State Management,
  - Caching, Indexing, Concurrency, Memory Management,
  - Automatic Application Recovery, in-memory Transaction Management,
  - Logging, Queuing, Persistence, Deadlock Correction,
  - On the fly swapping of application logic with no loss of transactions.

MDA : exemple 4 (suite)

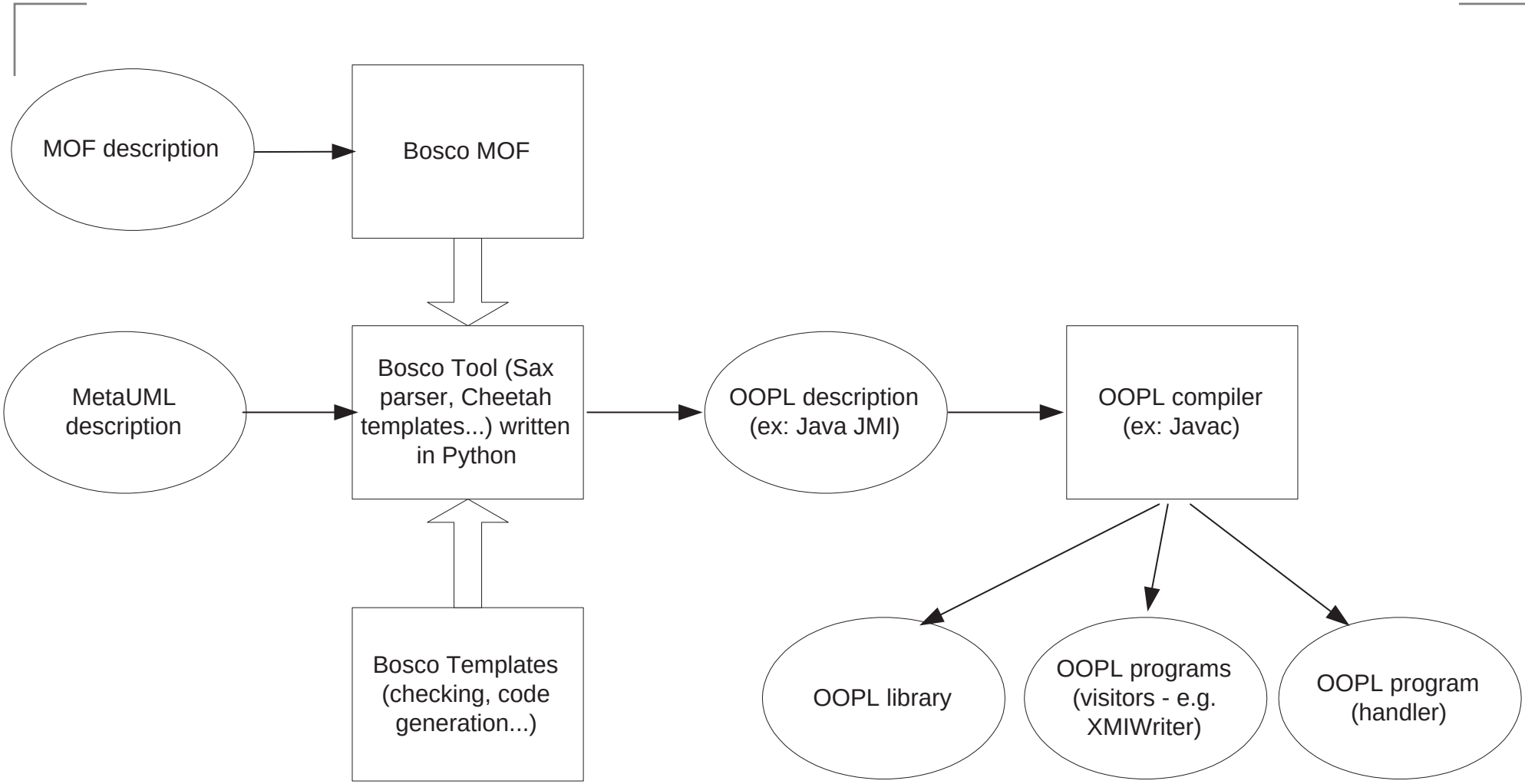


MDA : exemple 5

[AAS04] Bosco, source libre
Université de Nantes, - http://bosco.tigris.org/

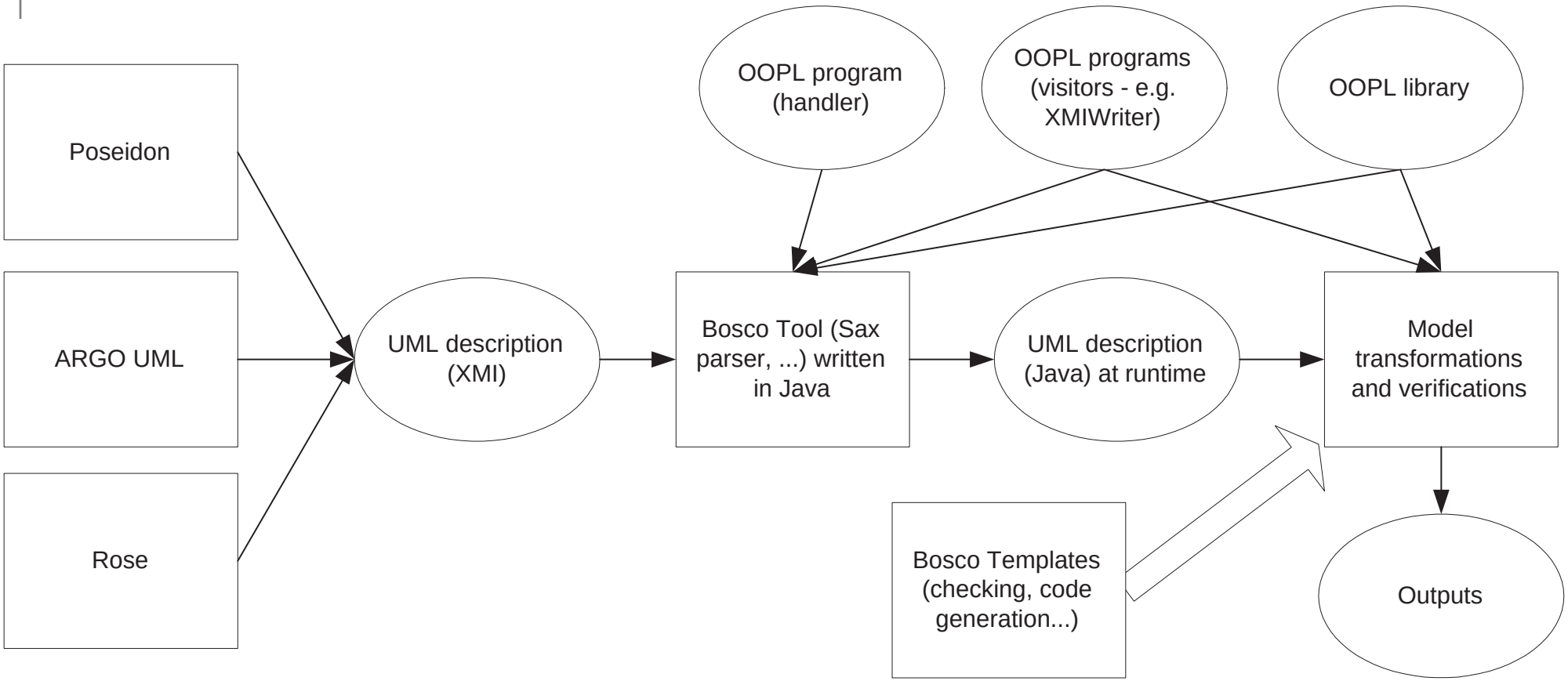
- outil de transformation de modèles
- flexibilité de modèles (acquisition de métamodèles) et évolutivité
- fusion (transformation) de méta-modèles
- efficacité et flexibilité de la génération de code (template)
- conforme aux standards (XMI, UML, OCL, MOF, JMI)
- implantation des transformations dans les métamodèles
- indépendance vis-à-vis des outils de modélisation
- ouvert (vérification, transformation...)

MDA : exemple 5 (suite)



architecture

MDA : exemple 5 (suite)



environnement généré

MDA : exemples

Autres exemples

http://www.omg.org/mda/committed-products.htm

References

[AAS04] Pascal André, Gilles Ardourel, and Gerson Sunye. The Bosco Project, A JMI-Compliant Template-based Code Generator. In W. Dosch and N. Debnath, editors, *Proceedings of the 13th International Conference on Intelligent and Adaptive Systems and Software Engineering*, pages 157–162, July 2004. ISBN 1-880843-52-X.

[BGV97] Mokrane Bouzeghoub, George Gardarin, and Patrick Valduriez. *Les Objets*. Eyrolles, 1997. 2e édition, ISBN 2-212-08957-0.

[Bla05] Xavier Blanc. *MDA en action - Ingénierie logicielle guidée par les modèles*. Architecte logiciel. Eyrolles, 1 edition, 2005. ISBN 2-212-11539-3.

[KWB03] Anneke Kleppe, Jos Warmer, and Wim Bast. *MDA Explained: The Model Driven Architecture: Practice and Promise*. Object Technology Series. Addison-Wesley, 1 edition, 2003. ISBN 0-321-19442-X.

[MB02] Stephen J. Mellor and Marc J. Balcer. *Executable UML: A Foundation for Model-Driven Architecture*.

Object Technology Series. Addison-Wesley, 1 edition, 2002. ISBN 0-201-74804-5.

[ME03] Joaquin Miller and Jishnu Mukerji. (Eds). Model Driven Approach, MDA Guide Version 1.0.1. Technical report, Object Management Group, available at http://www.omg.org/docs/omg/03-06-01.pdf, June 2003.

[MSUW04] Stephen J. Mellor, Kendall Scott, Axel Uhl, and Dirk Weise. *MDA Distilled*. Object Technology Series. Addison-Wesley, 1 edition, 2004. ISBN 0-201-78891-8.

[RFW+04] Chris Raistrick, Paul Francis, Ian Wilkie, John Wright, and Colin B. Carter. *Model Driven Architecture with Executable UML*. Cambridge University Press, 2004. ISBN 0-521-53771-1.