faculté Sciences et Techniques
Le Mans

Université du Maine

Master mention Informatique
Spécialité ISI

Génie Logiciel et modélisation
M1 / 177EN003

C5: Introduction à MDA

Claudine Piau-Toffolon

MDA : Model Driven Architecture

- Faire des modèles c'est bien mais on peut faire beaucoup mieux :
  - Utiliser des modèles de manière productive (≠ de manière représentative)
  - Pour générer automatiquement d'autres modèles, du code source ou de la documentation

- L'approche *MDA* (*Model Driven Architecture*) proposé par l'OMG :
  - Approche basée sur l'IDM (Ingénierie Dirigée par les Modèles)
  - IDM : placer les modèles au centre du processus de développement

  - Idées principales :
    - Utilisation de modèles aux différentes phases du cycle de développement
    - Différencier chaque phase mais garder un lien de traçabilité entre modèles des différentes phases
    - Un modèle d'exigences (CIM)
    - Un modèle d'analyse et de conception (PIM) par transformation du CIM
    - Un modèle de code lié à une plateforme (PSM) par transformation du PIM

  - Avantages attendus :
    - Elaboration de modèles pérennes, indépendants des plates-formes d'exécution
    - Permettre la génération automatique de la totalité du code des applications vers différentes plateformes (but à (très) long terme...)
    - Obtenir un gain significatif de productivité

  - MDA préconise l'usage d'UML et de MOF (mais ce n'est pas obligatoire)

MDA : *CIM*, *PIM* et *PSM*

- CIM (*Computation Independent Model*) :
  - Modèle des exigences indépendant de toute technologie numérique
  - Représente l'application dans son environnement :
    - Services offerts par l'application
    - Les entités avec lesquelles elle interagit
  - Peut contenir des diagrammes de cas d'utilisation, des diagrammes de séquences, des diagrammes d'activités (processus métiers)
  - Modèle pérenne : les besoins métiers évoluent moins vite que les technologies

- PIM (*Platform Independant Model*) :
  - Modèle d'analyse (concepts du domaine) et de conception (architecture, design pattern)
  - Doit faire référence au CIM (lien de traçabilité)
  - Modèle abstrait et pérenne indépendant de toute technologie
  - Modèle productif : socle pour la génération du PSM

- PSM (*Platform Specific Model*) :
  - Modèle lié à une plateforme d'exécution (Java, .NET, PHP, etc.)
  - Obtenu par transformation à partir d'un PIM et d'un PM (*Plateform Model*)
  - Permet de générer du code source

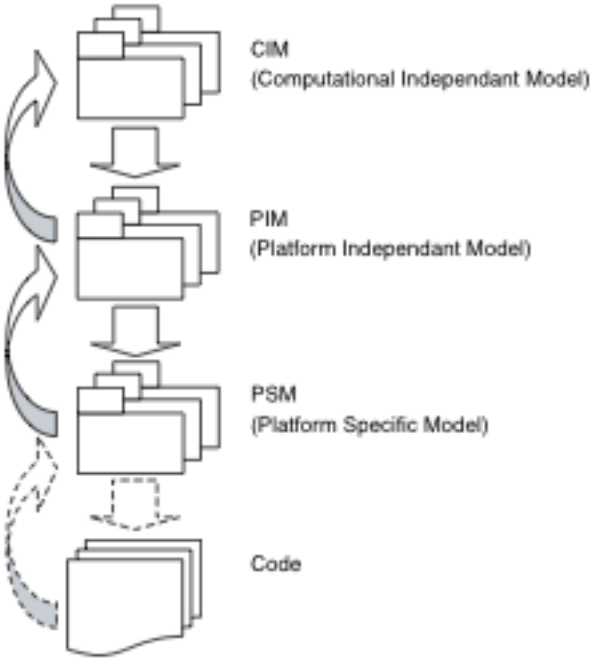
- Le passage d'un modèle à l'autre se fait par transformation
- La génération de code source est une simple réécriture textuelle du PSM

MDA : les transformations (1/2)

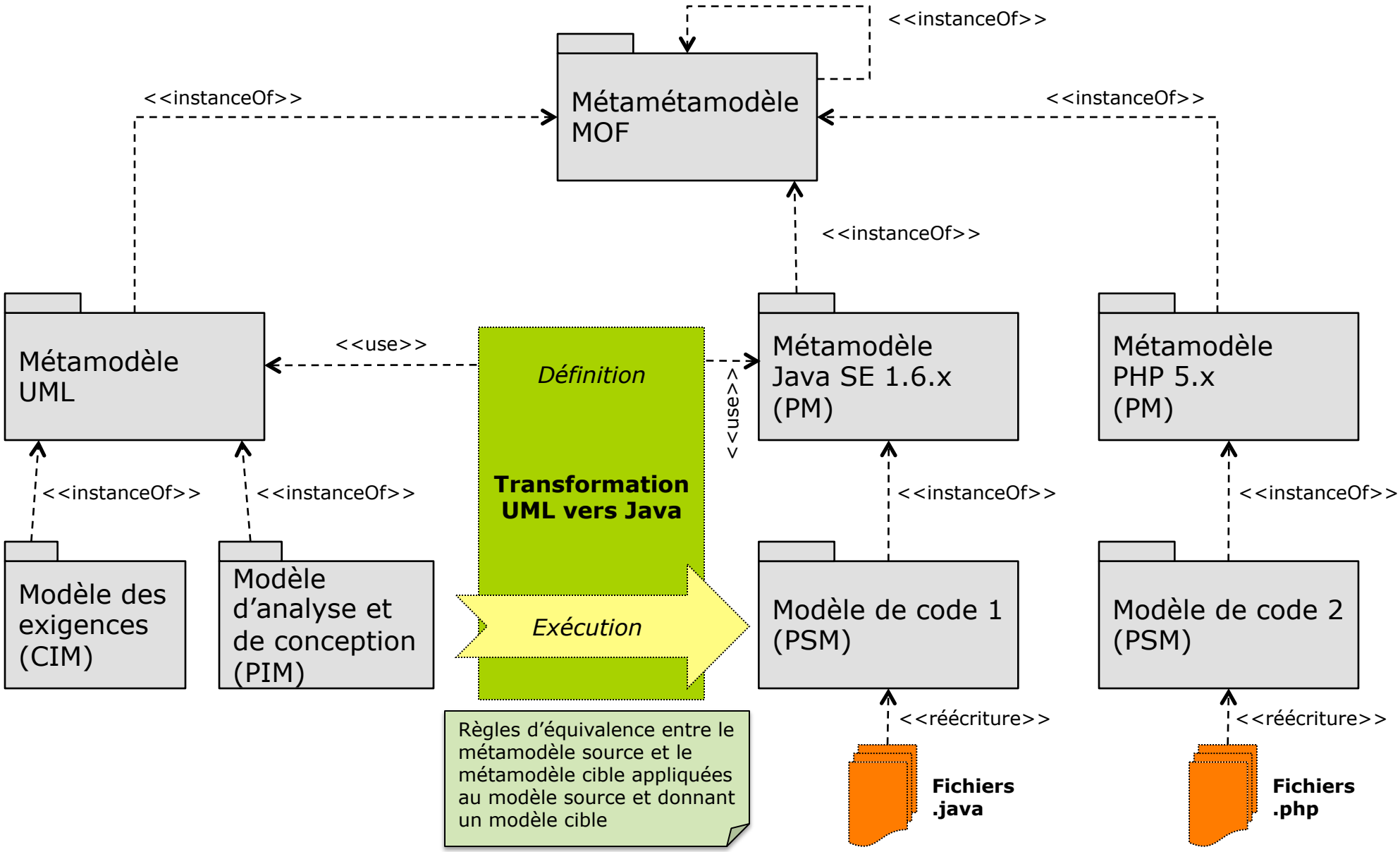
- Les transformations sont le cœur de MDA : elles assurent l'automatisation et les liens de traçabilité

- Il y a deux sens de transformation :
  - Les transformations descendantes
  - Les transformations montantes (ou par rétro ingénierie)

- Une transformation est un ensemble de règles entre les éléments du métamodèle source vers les éléments du métamodèle cible. Par exemple :
  - Source : modèle PIM sous forme de diagramme de classe UML
  - Métamodèle source : UML
  - Cible : modèle PSM sous forme de classes Java
  - Métamodèle cible : la plateforme d'exécution Java
  - Règles :
    - Transformer une classe UML en classe Java
    - Transformer les associations UML en attributs de classe Java
    - Transformer l'héritage multiple UML en héritage simple Java
    - Etc.



MDA : les transformations (2/2)



MDA : les standards et outils (1/2)

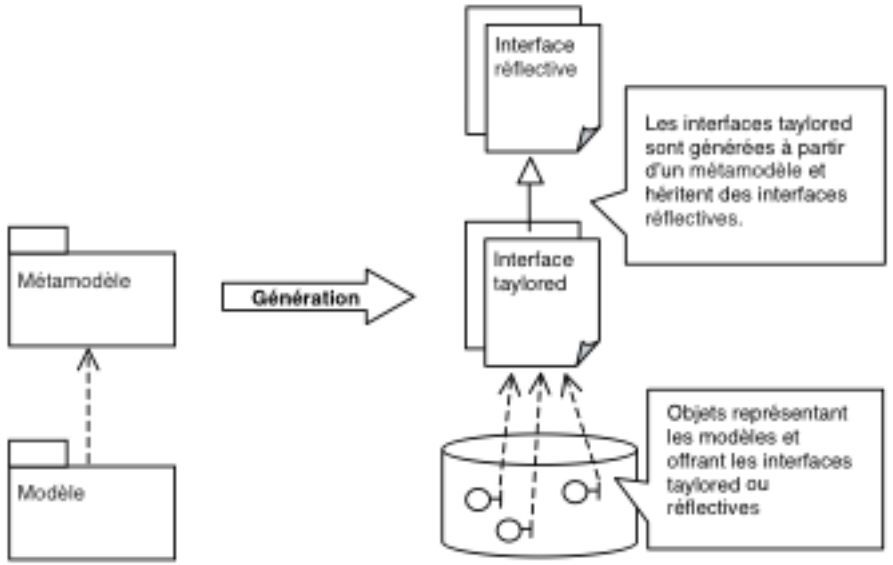
- Une transformation est un programme qui manipule des modèles :
  - Elle a besoin de charger les modèles et les métamodèles (cf. standards MDA)
  - Une fois les « données » chargées, il existe 3 approches possibles :
    - Approche par programmation seule : programmer la transformation comme une application « normale » où les données manipulées sont les modèles
    - Approche par template (éléments cibles paramétrés) : remplacer les paramètres de la cible par des données du modèle source ; basée sur un langage de template ± riche, flexible...
    - Approche par modélisation : modéliser la transformation elle-même dans un métalangage de transformation telle que MOF 2.0 QVT (*Query View Transformation*) ; au stade expérimental

- Les standards *MDA* :
  - XMI (*XML Metadata Interchange*) : format XML pour l'enregistrement des modèles
  - JMI (*Java Metadata Interface*) : spécification Java pour manipuler des modèles MOF
  - EMF (*Eclipse Modeling Framework*) : identique à JMI + implémentation ; basé sur ECore

- Quelques outils :
  - EMF soit comme plugin Eclipse soit en dehors d'Eclipse
  - MDR (*MetaData Repository*) basé sur JMI ; notamment utilisé par NetBeans
  - Acceleo (basé sur EMF) : outil pour définir ses propres templates de générations
  - Editeurs UML avec génération de code intégrée (limitée aux langages de l'éditeur)
    - Astah, Modelio, ArgoUML, etc. en versions professionnelles ou *community*
    - Certains sont basés sur JMI, sur EMF ou sur MDR ; certains export/import en XMI
  - Des outils expérimentaux issus de la recherche !

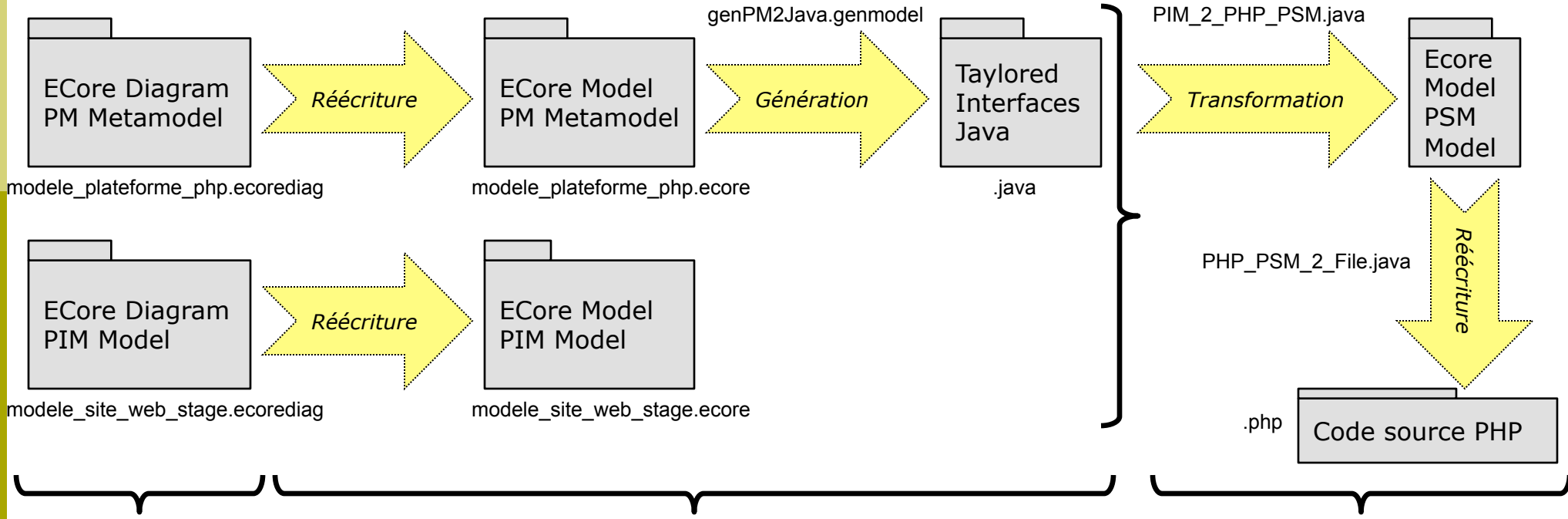
MDA : les standards et outils (2/2)

- Avec JMI ou EMF, la manipulation des modèles se fait :
  - Soit par interfaces réflexives :
    - Classes Java indépendantes de tout modèle ou métamodèle mais liées au framework utilisé
    - Elles sont basées sur l'idée simple suivante : tout modèle est un ensemble d'éléments (instances de métaclasse) reliés entre eux avec un élément racine conteneur de tous ces éléments
    - Elles permettent d'accéder aux métapackages et, à partir de là, de tous ses éléments constitutifs et ainsi de suite
  - Soit par interfaces *taylored* (taillées sur mesure) :
    - Classes Java générées automatiquement à partir du métamodèle
    - Elles permettent de manipuler directement le modèle instance du métamodèle
    - Elles héritent des interfaces réflexives



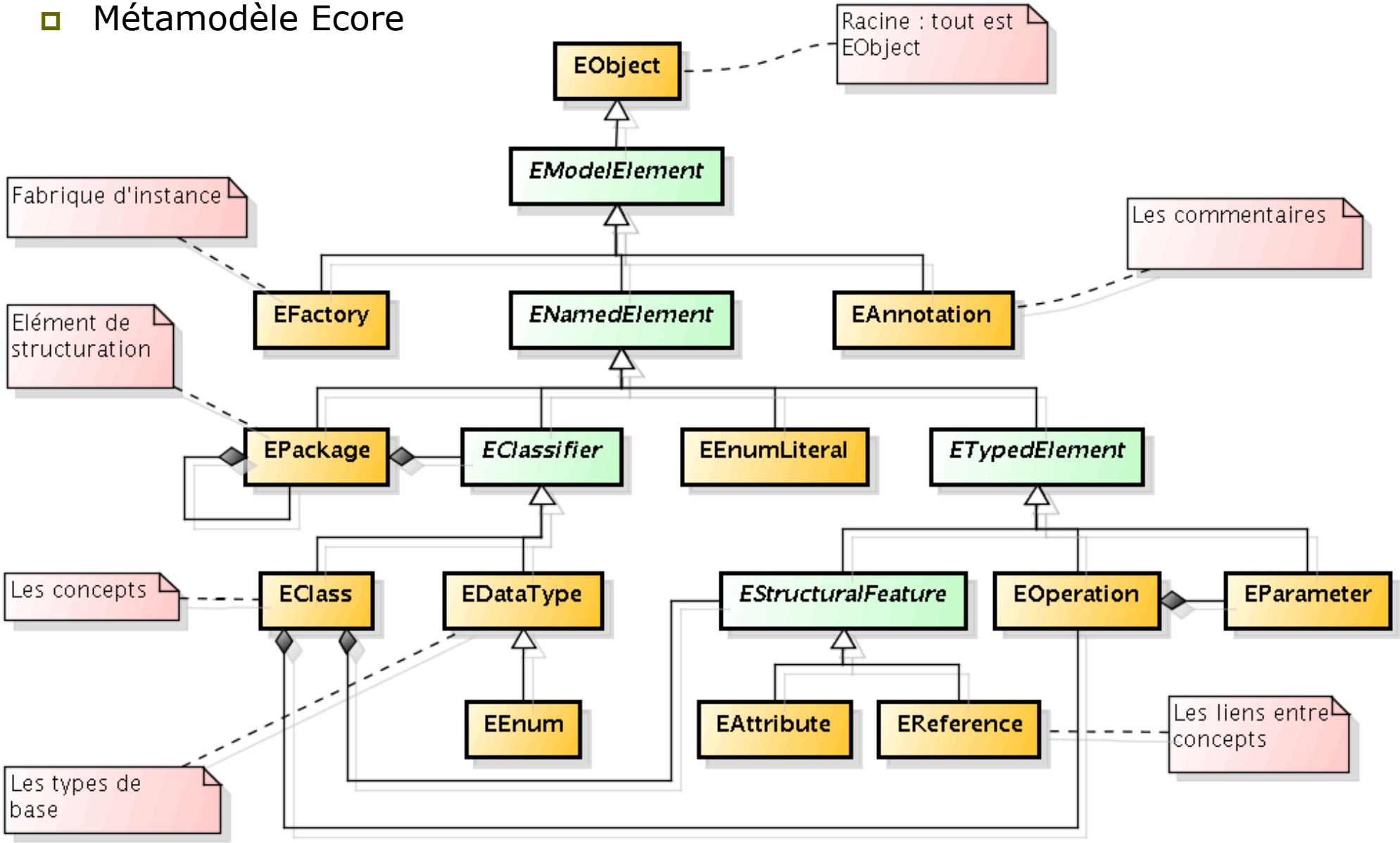
MDA : un exemple avec EMF (1/12)

- Nous allons programmer une transformation PIM vers PSM :
  - Modèle source : modèle PIM (partiel) de l'application Web de gestion des stages
  - Métamodèle source : ECore
  - Modèle cible : modèle PSM des classes entités (données stockées en base)
  - Métamodèle cible : PM PHP 5.x (partiel)
- EMF :
  - *Framework* complet Java (définition + instanciation)
  - Basé sur le métamodèle Ecore (très proche de EMOF 2.0)
  - Possibilité de transformer des modèles MOF vers des modèles ECore



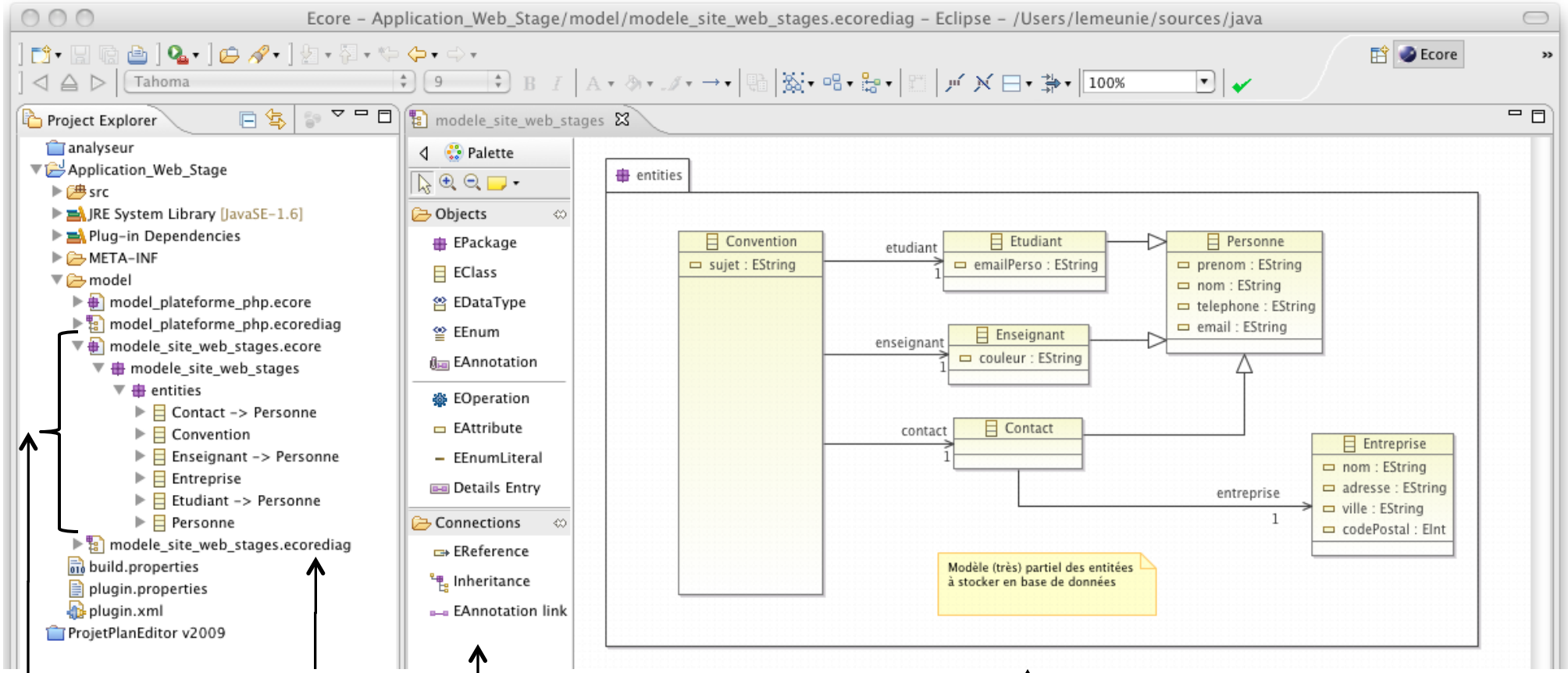
MDA : un exemple avec EMF (2/12)

- Métamodèle Ecore



MDA : un exemple avec EMF (3/12)

- Modèle PIM :
  - Edition graphique dans Eclipse (EMF Diagram Editor)
  - Sauvegarde automatique du fichier modèle .ecore



Le fichier du modèle PIM

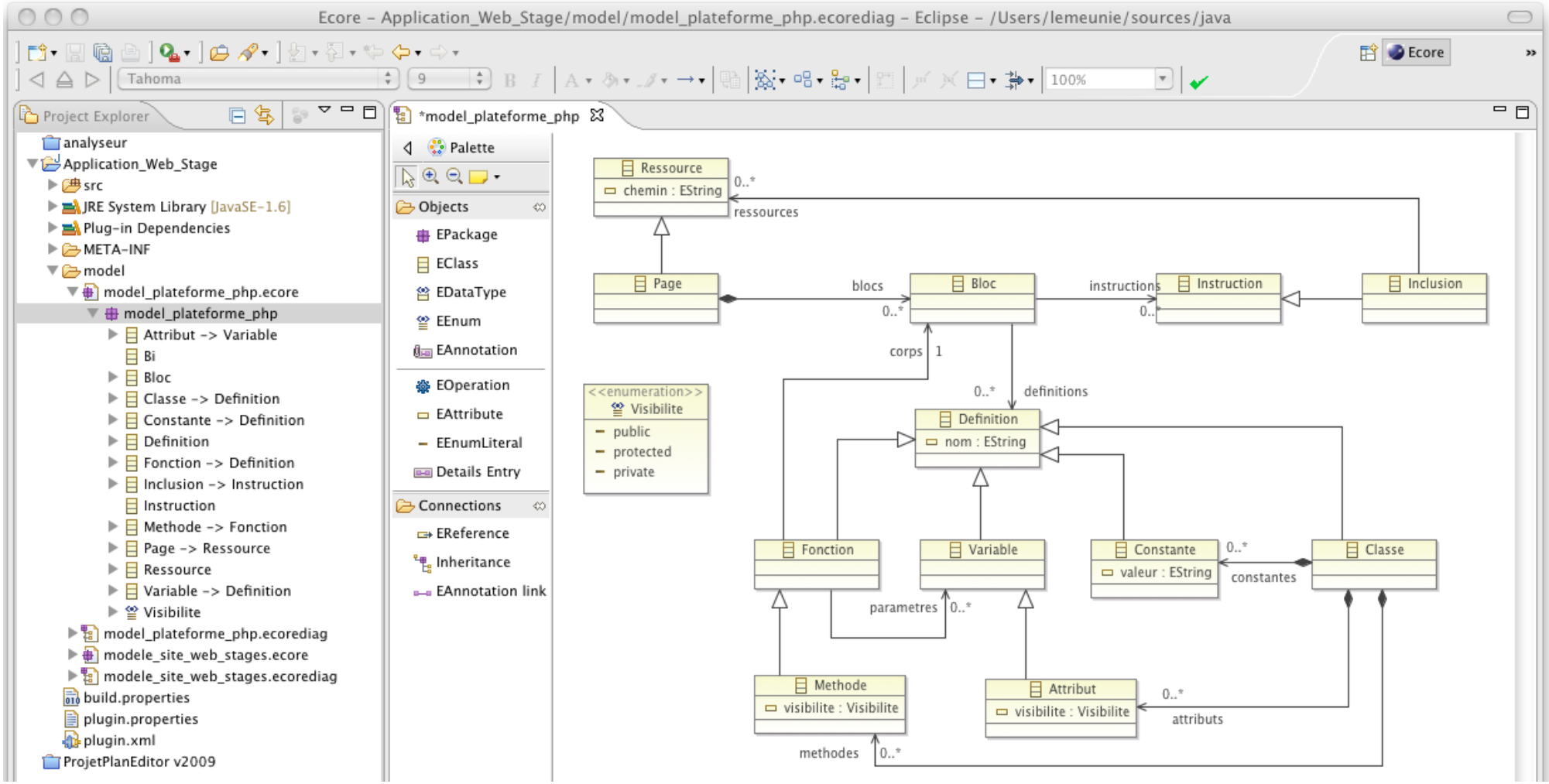
Le fichier du diagramme

Eléments ECore

Zone édition graphique

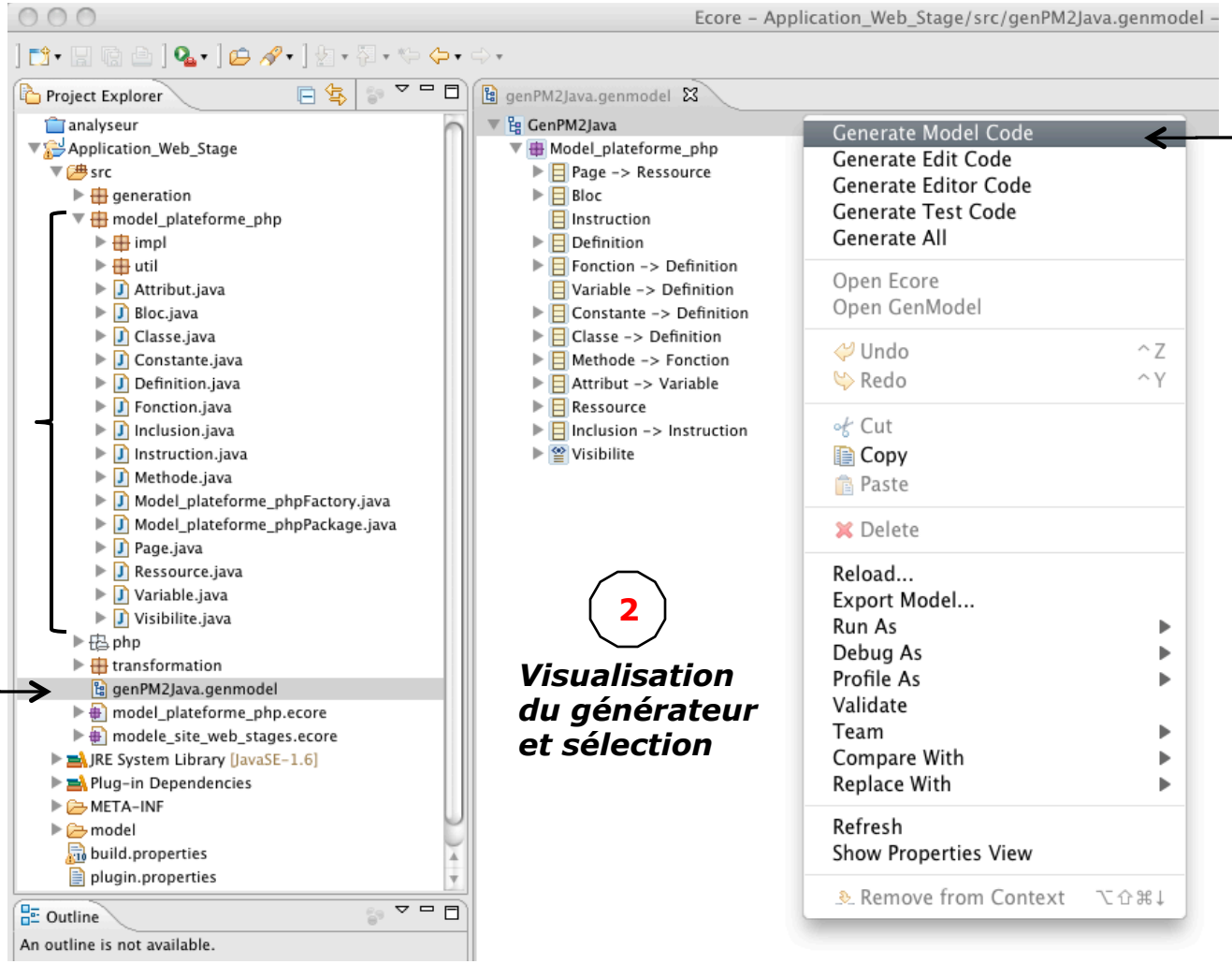
MDA : un exemple avec EMF (4/12)

- Modèle PM : édition graphique + sauvegarde automatique dans Eclipse



MDA : un exemple avec EMF (5/12)

- Modèle PM :
  - Génération des interfaces taylored Java
  - Création d'un générateur en indiquant le modèle *model_plateforme_php.ecore*



MDA : un exemple avec EMF (6/12)

- Exemple de transformation : les EPackage en liste de Ressource (Page)

```
/**
 * Transformation d'un PIM en PSM PHP
 * @author T. Lemeunier
 * @version 0.1
 */
public class PIM_2_PHP_PSM {

  private List<EObject> lRessource = new ArrayList<EObject>(); // Stocke les ressources PHP

  /**
   * Transforme un EPackage source en un ensemble de Ressource : chaque EClass source
   * du EPackage source devient une Page et chaque EPackage source est transformé
   * par appel récursif
   * @param epackage Le package source à transformer
   */
  public void packageToPages(EPackage epackage) {
    // Parcours des sous-packages
    for (EPackage ep : epackage.getESubpackages()) {
      this.packageToPages(ep);
    }
    // Parcours des classifieurs
    for (EClassifier ec : epackage.getEClassifiers()) {
      if (ec instanceof EClass) {
          EClass classe = (EClass) ec;
          if (!classe.isAbstract()) lRessource.add(classToPage(classe));
      }
    }
  }
```

MDA : un exemple avec EMF (7/12)

- Exemple de transformation : les EClass en Page

```
/**
 * Transforme une EClass source en une Page PHP
 * @param ec La classe source
 * @return La page PHP
 */
private Page classToPage(EClass ec) {
  Page page = Model_plateforme_phpFactoryImpl.eINSTANCE.createPage() ;
  page.setChemin("src/php/" +  ec.getName() + ".php");

  // La page est constituée d'un seul bloc d'instruction : la classe PHP Objet
  Bloc bloc = Model_plateforme_phpFactoryImpl.eINSTANCE.createBloc();
  page.getBlocs().add(bloc);

  // La classe PHP unique élément du bloc
  Classe classe = Model_plateforme_phpFactoryImpl.eINSTANCE.createClasse();
  classe.setNom(ec.getName());
  bloc.getDefinitions().add(classe);

  // Transformations des attributs de la classe source en attributs de classe PHP
  attributeToAttribut(ec, classe);

  // Transformations des références de la classe source en attributs de classe PHP
  referenceToAttribut(ec, classe);

  // Créer les accesseurs
  creerAccesseur(classe);

  return page;
}
```

MDA : un exemple avec EMF (8/12)

- Exemple de transformation : chargement du PIM et transformation

```
/**
 * Transforme un modèle PIM en modèle PSM
 * @param cheminModeleEcore Le nom du fichier .ecore du modèle PIM
 */
public void transforme(String cheminModeleEcore) {
  // Charger le modèle PIM
  Resource.Factory.Registry reg = Resource.Factory.Registry.INSTANCE;
  Map<String, Object> m = reg.getExtensionToFactoryMap();
  m.put("ecore", new XMIResourceFactoryImpl());

  ResourceSet resourceSet = new ResourceSetImpl();
  URI fileURI = URI.createFileURI(cheminModeleEcore);
  Resource resource = resourceSet.createResource(fileURI);
  try {
    resource.load(null);
  } catch (IOException e) {
    System.err.println("Impossible de charger le modele : " + cheminModeleEcore);
    e.printStackTrace();
  }

  // Transformer le modèle PIM en modèle PSM
  this.packageToPages((EPackage)resource.getContents().get(0));
}

public static void main(String[] args) {
  PIM_2_PHP_PSM trans = new PIM_2_PHP_PSM();
  trans.transforme("model/modele_site_web_stages.ecore");
}
```

MDA : un exemple avec EMF (9/12)

- Exemple de génération du code source : génération des fichiers PHP

```
/**
 * Génération de code source PHP à partir d'un modèle PSM PHP
 * @author T. Lemeunier
 * @version 0.1
 */
public class PHP_PSM_2_File {

  public void generation(List<Ressource> ressources) {
    for (Ressource res : ressources) { // Parcours des ressources
      if (res instanceof Page) {
        FileWriter file = null;
        try {
          file = new FileWriter(res.getChemin()); // Création du fichier
          file.write("<?php\n");
        } catch (IOException e) {...}

        // Parcours des blocs des pages puis des définitions de chaque bloc
        for (Bloc bloc : ((Page) res).getBlocs())
          for (Definition def : bloc.getDefinitions())
            if (def instanceof Classe) generationClasse((Classe)def, file);

        try {
          file.write("\n?>\n"); // Fin du fichier
          file.close();
        } catch (IOException e) { ... }
      }
    }
  }
```

MDA : un exemple avec EMF (10/12)

- Exemple de génération du code source : génération des classes PHP

```
/**
 * Génération du code source d'une classe PHP
 * @param classe La classe dont le code source sera généré
 * @param file Le fichier où sera généré la classe
 */
public void generationClasse(Classe classe, FileWriter file) {
  try {
    // Début de la classe
    file.write("\nclass " + classe.getNom() + " {\n");

    // Génération des attributs
    generationAttributs(classe, file);

    // Génération des méthodes
    generationMethodes(classe, file);

    // Fin de la classe
    file.write("\n}\n");

  } catch (IOException e) {...}
}
```

MDA : un exemple avec EMF (11/12)

- Exemple de génération du code source : génération des attributs PHP

```
/**
 * Génération des attributs d'une classe PHP. On génère un attribut idNomDeLaClasse.
 * @param classe La classe à générer
 * @param file Le fichier où les attributs sont générés
 */
public void generationAttributs(Classe classe, FileWriter file) {
  try {
    // Ajout d'un attribut id
    file.write("\tprivate $id" + classe.getNom() + ";\n");

    // Parcours des attributs
    for (Attribut attr : classe.getAttributs()) {
      file.write("\tprivate $" + attr.getNom()  + ";\n");
    }
  } catch (IOException e) {...}
}
```

```
public static void main(String args[]) {
  // Chargement et transformation du modèle PIM
  PIM_2_PHP_PSM trans = new PIM_2_PHP_PSM();
  trans.transforme("model/modele_site_web_stages.ecore");

  // Génération du code source
  PHP_PSM_2_File gene = new PHP_PSM_2_File();
  gene.generation(trans.getRessources());
}
```

MDA : un exemple avec EMF (12/12)

- Exemple de génération du code source : exemple de fichier généré

```php
<?php

class Contact {
  private $idContact;
  private $nom;
  private $prenom;
  private $telephone;
  private $email;
  private $entreprise;

  public function Contact($nom,$prenom,$telephone,$email,$entreprise) {
    $this->nom = $nom;
    $this->prenom = $prenom;
    $this->telephone = $telephone;
    $this->email = $email;
    $this->entreprise = $entreprise;
  }

  public function getIdContact() { return $this->idContact; }

  public function getNom() { return $nom; }

  public function setNom($nom) { $this->nom = $nom; }

  ...

}

?>
```