



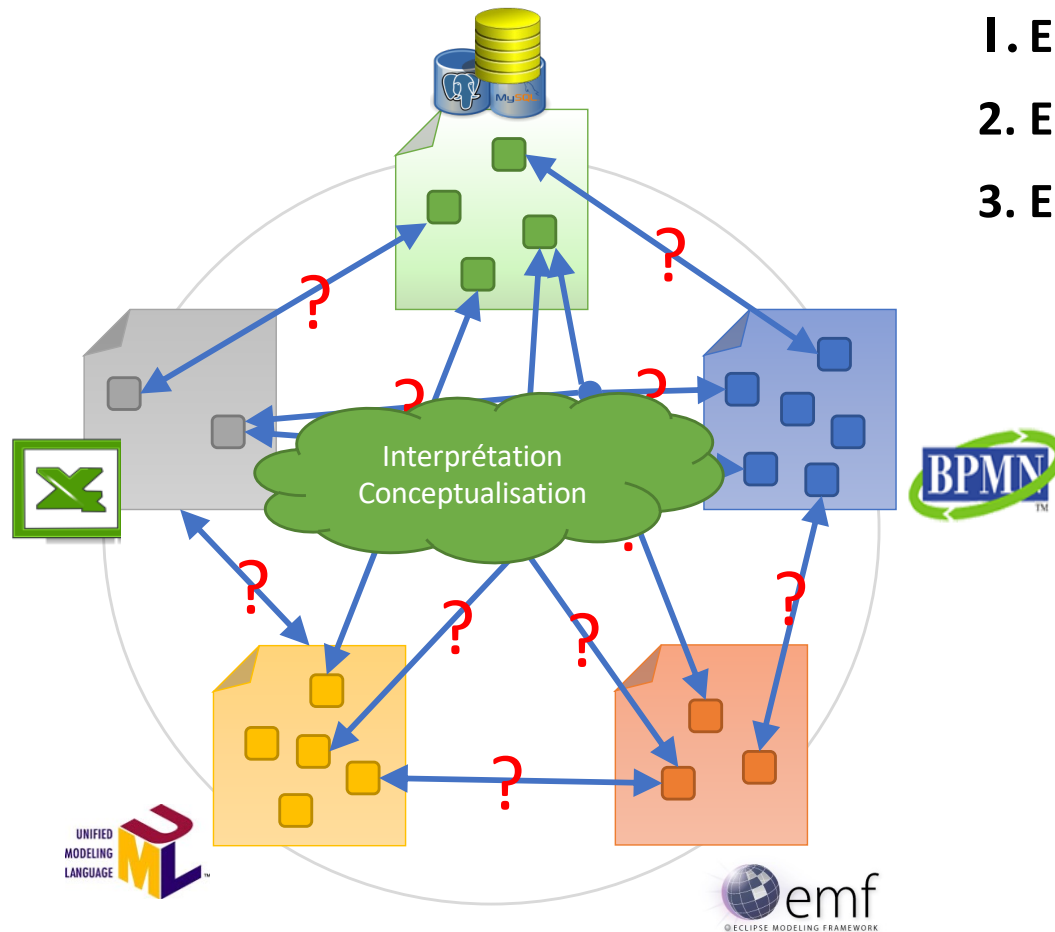
FML : un langage de fédération de modèles pour l'interopérabilité sémantique de sources d'information hétérogènes

Sylvain Guérin

Thèse soutenue le 30/11/2023

Sous la direction de : Antoine Beugnard, (IMT Atlantique) et Joël Champeau (ENSTA Bretagne)

Problématique de recherche

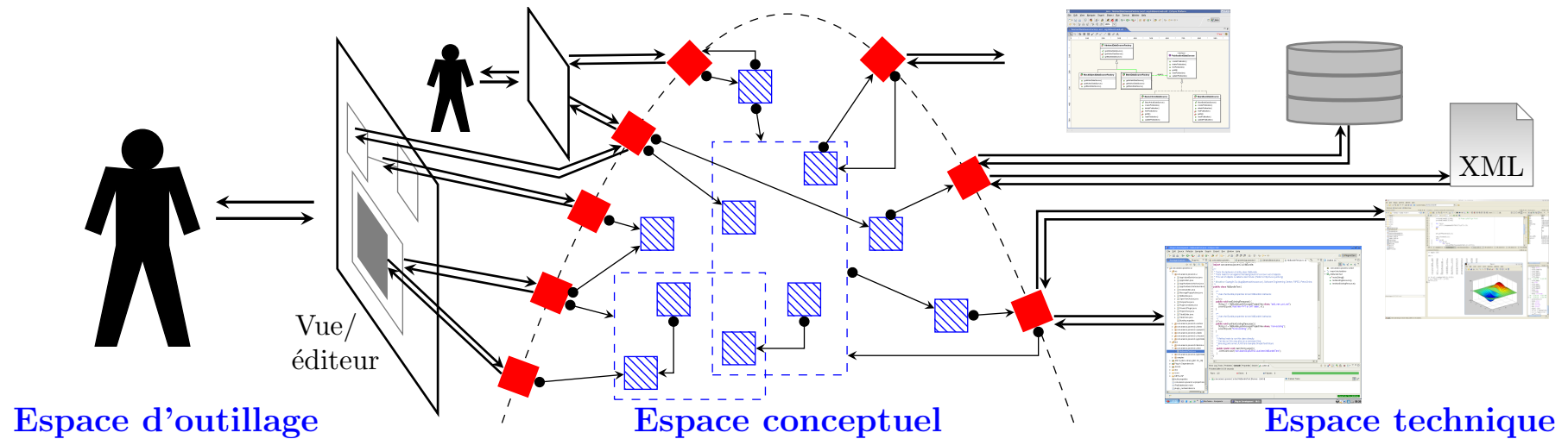


1. Enjeu E1 : hétérogénéité de la donnée
2. Enjeu E2 : (ré-)interpréter la donnée
3. Enjeu E3 : des modèles « vivants » !

Contraintes et exigences supplémentaires

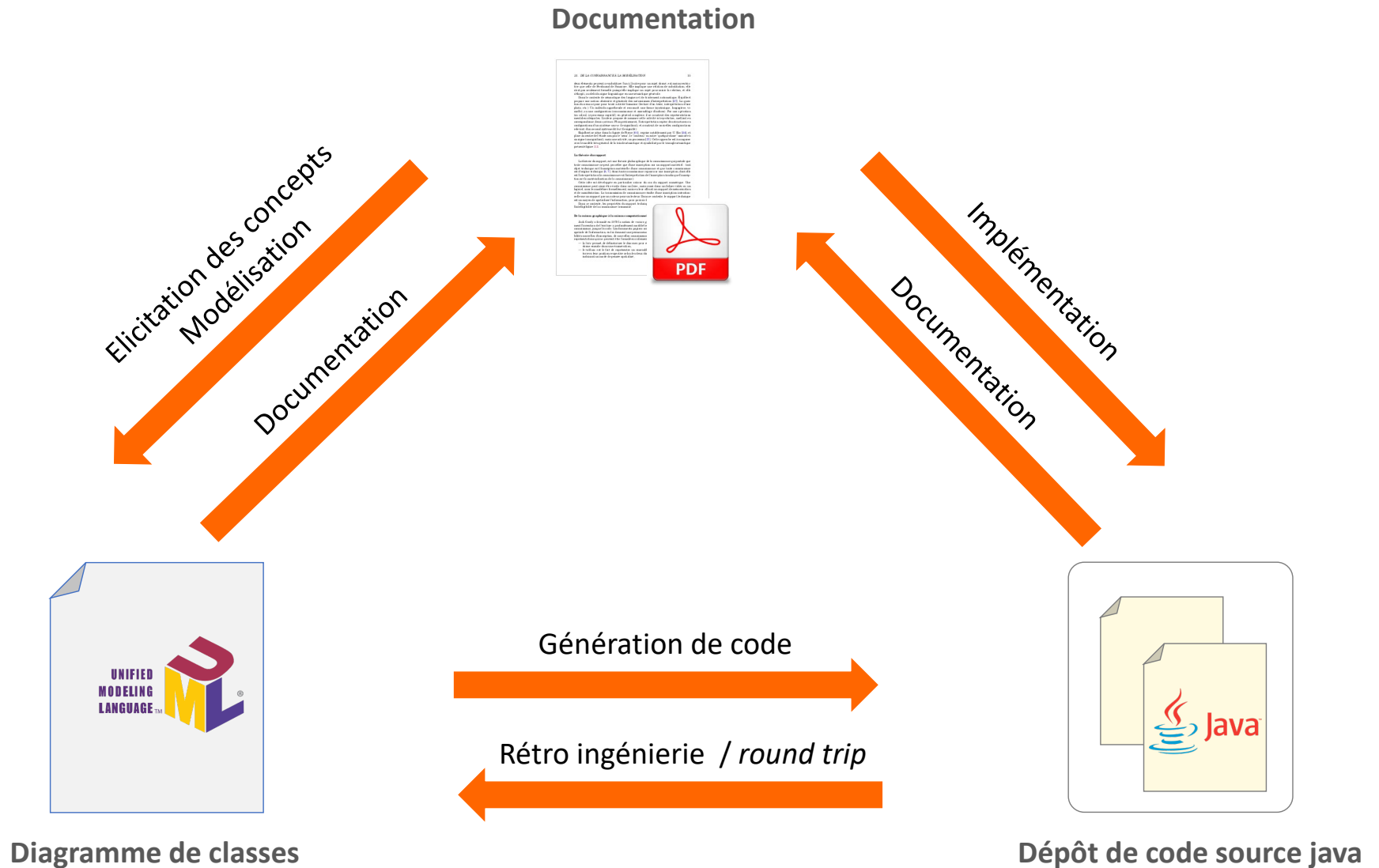
- C1. Autonomie du cycle de vie des sources d'information fédérées
- C2. Connectivité intermittente
- C3. Non intrusivité
- C4. Gestion de la source de vérité

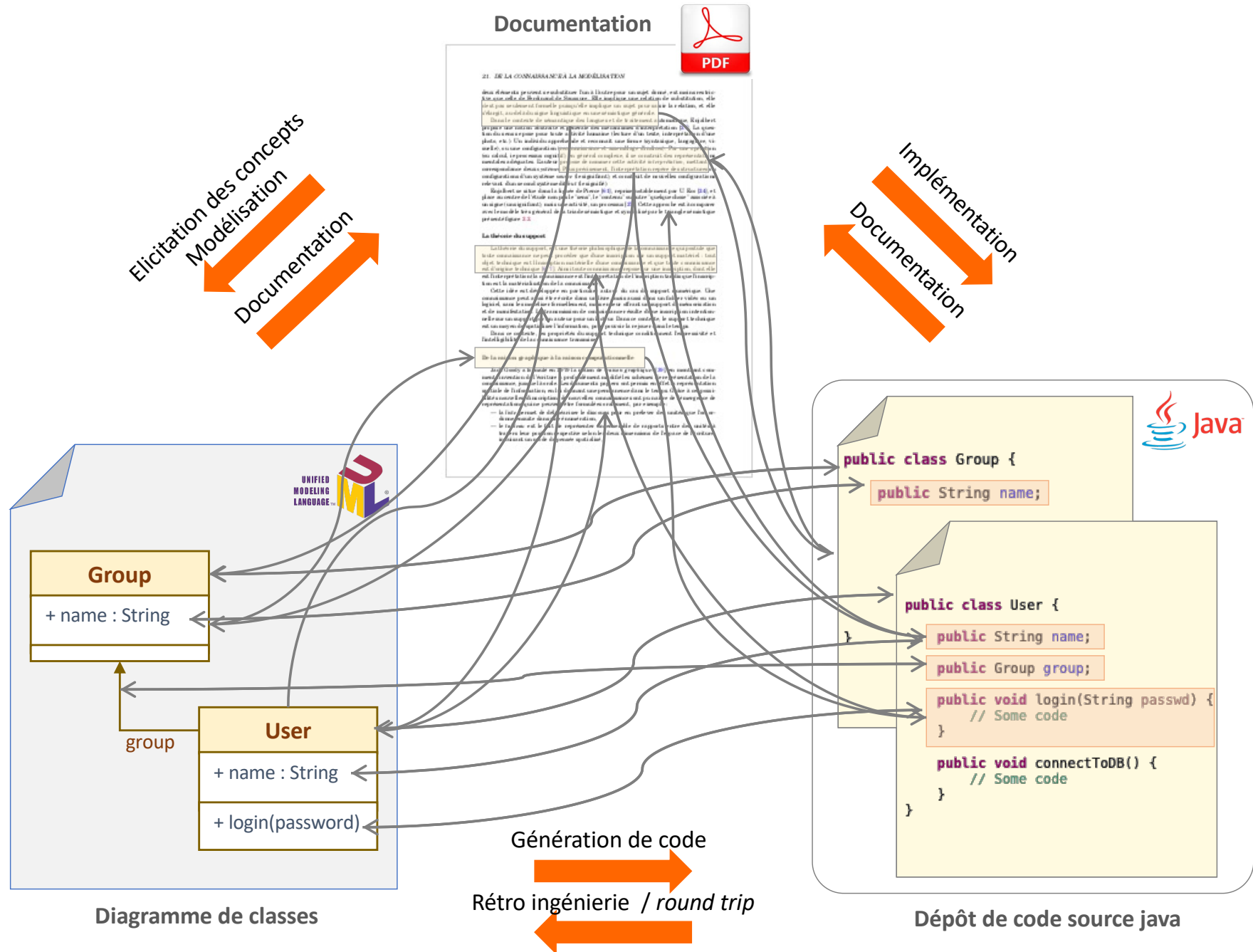
Fédération de modèles : l'approche FML / Openflexo

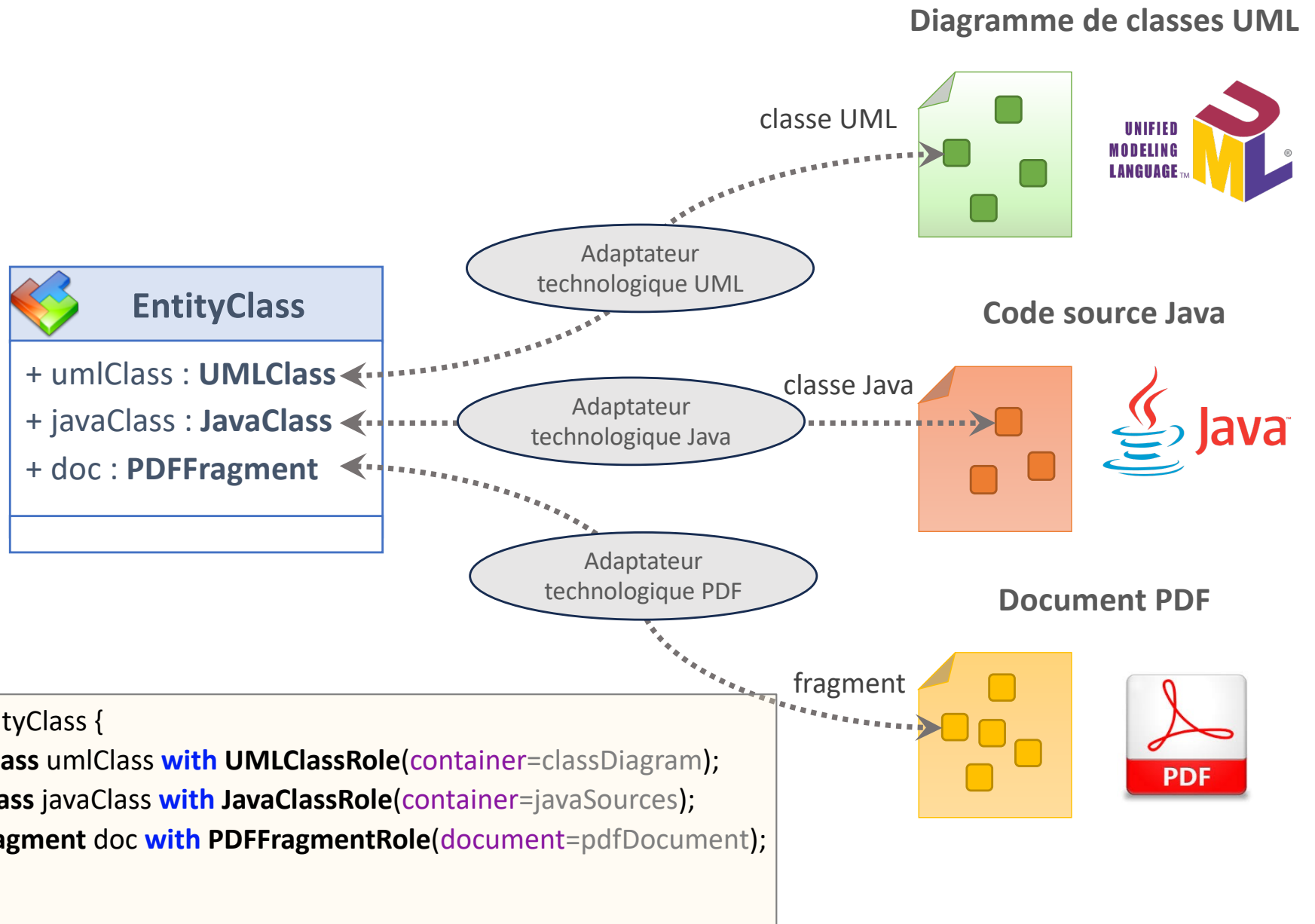


- Espace technique : outils et modèles existants
- Espace d'outillage : interaction des utilisateurs avec les modèles
- Espace conceptuel : chargé de la réconciliation et de la connexion

➤ **Approche : réification des liens dans un langage dédié appelé FML**

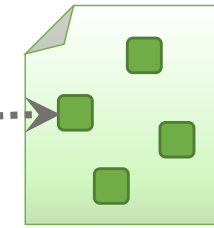
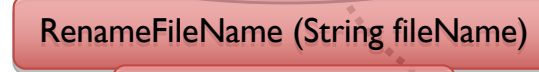
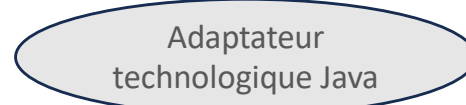
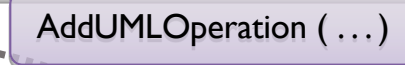
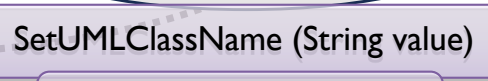
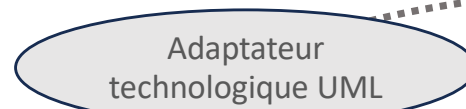
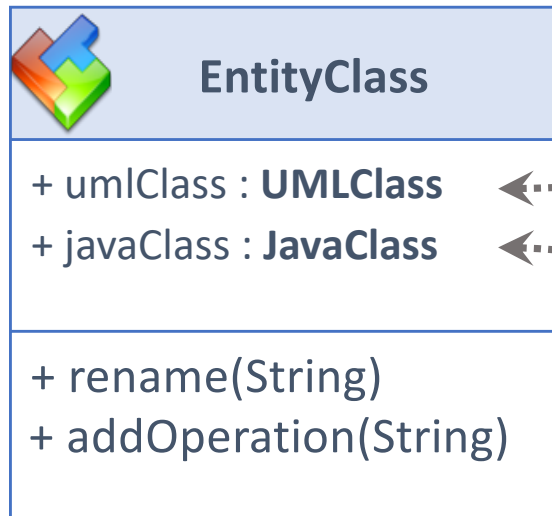




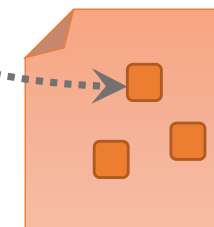


Aspects comportementaux

Diagramme de classes UML



Code source Java



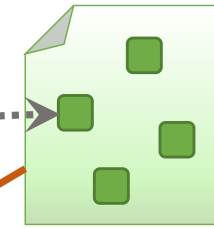
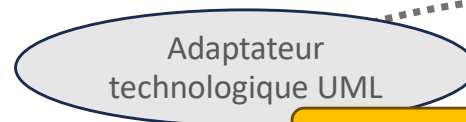
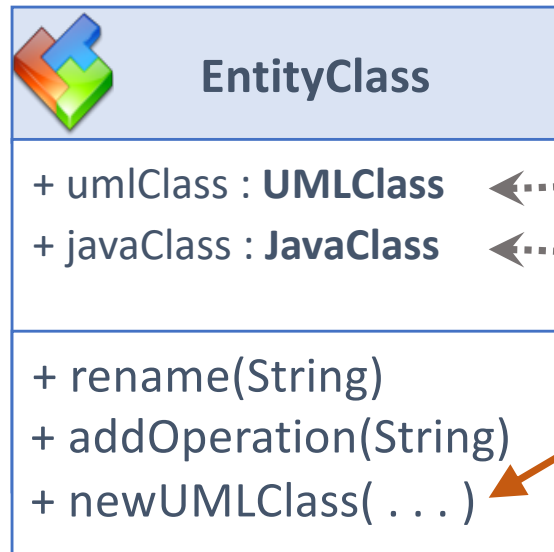
```

concept EntityClass {
    ...
    rename (String newName) {
        UML::SetUMLClassName(newName) in umlClass;
        JAVA::RenameFileName(newName) in javaClass;
    }
}
    
```

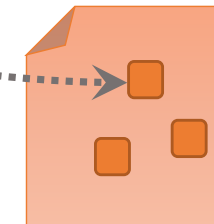
E3 : dynamicité

Aspects comportementaux

Diagramme de classes UML

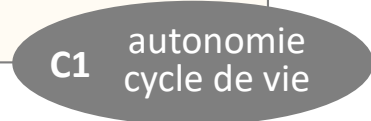


Code source Java



```

concept EntityClass {
    ...
    newUMLClass (UMLClass newClass)
        with ListenClassAdded(observed=classDiagram) {
            ...
        }
}
    
```



Le langage FML

- Partition des espaces de modélisation
- Mécanisme de désignation, adaptateur technologique
- Structuration de l'espace conceptuel
 - Approche orientée objet, héritage, contenance
 - Concept: structure + comportement
 - Abstraction, généricité, modularité, composabilité
- Un langage interprété
- Un langage impératif avec des structures de contrôle
- Un langage statiquement et fortement typé
- Multiples syntaxes concrètes (textuelle et graphiques)

E1 : hétérogénéité

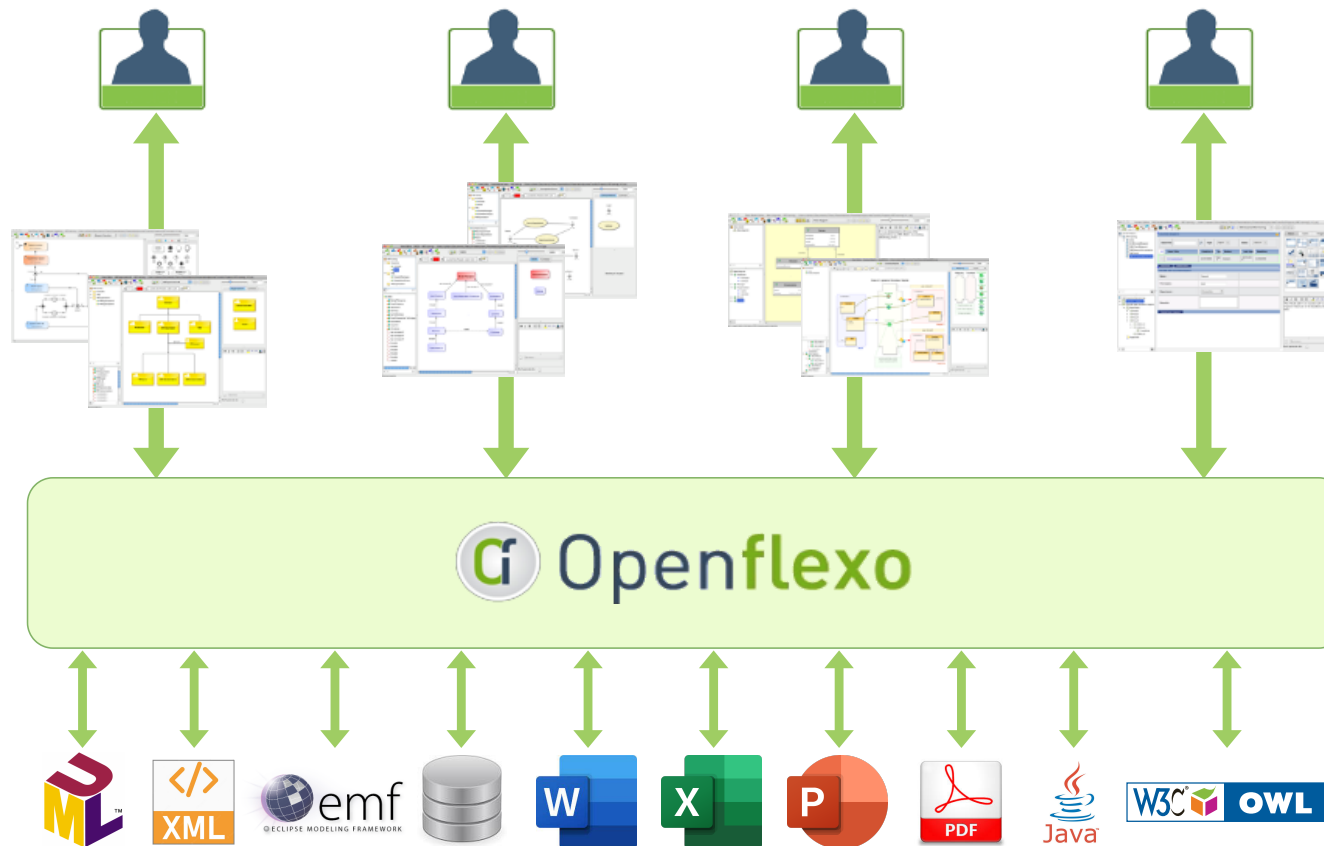
E2 : interprétation

E3 : dynamique

Approche outillée : l'infrastructure logicielle Openflexo

- Implantation du langage FML
 - Environnement d'édition et de construction (IDE) du langage FML
 - Environnement d'exécution du langage FML
 - Outils dédiés (langage de script, terminal, console, débogueur, etc...)
- Adaptateurs technologiques
 - (EMF, UML, BPMN, OWL, Word, Excel, PowerPoint, XML, JDBC, PDF, Rest, etc.)
- Infrastructure
 - Composants logiciels réutilisables (ex: PAMELA, *Model Oriented Programming*)
 - Outillage graphique (technologie Java/Swing)
 - Applications packagées (clients lourds Java/Swing)
 - Serveur Openflexo (web)
 - Bibliothèques de modèles techniques et métiers réutilisables
- Logiciels libres à double licence EUPL/GPLv3





- Une plate-forme d'intégration continue de la recherche
- Une infrastructure déployée avec succès dans le monde industriel

<https://github.com/openflexo-team>