

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Option : Système d'information et de décision

Présenté Par:
Yacine Benhorma
Mohamed Rafik Guettaf

THEME

**Conception et réalisation d'un outil CAME par
la technique d'assemblage par intégration**

Soutenu publiquement devant le jury composé de :
Mr. MOHAMED EL HABIB MAICHA PRESIDENT
Mr. YOUNEC GUELLOUMA EXAMINATEUR
Mme. BADRA KERROUCHE ENCADREUR

Année universitaire 2017/2018

Dédicaces

Je tiens en tout premier lieu à dédier ce modeste travail à mes chers parents qui partages mes joies et mes pensées, et se sacrifient pour me voir réussir.

- À mes chers frères et sœurs.
- À mes collègues.
- À mes amis.
- À mon Binôme : Rafik guettaf.

Merci.

Yacine Benhorma

Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

- À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.
- À mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.
- A tous mes amis pour leur appui et leur encouragement.
- À mes collègues et à tout ce qui me connaissent.
- À mon Binôme : Benhorma Yacine.

Merci d'être toujours là pour moi.

Guettaf Med Rafik...

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir aidés pour faire notre thèse.

*Nous avons l'honneur de remercier **Mme Badra Kerrouche** pour son encadrement,
ses conseils et orientations.*

*Nos remerciements à tous les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en
acceptant d'examiner ce travail.*

*Nous remercions aussi l'ensemble du corps professoral du département
d'informatique et technologies de l'information ainsi que le staff d'administration.*

Résumé :

La Discipline d'ingénierie des méthodes situationnelles est apparue pour aider à la construction de nouvelles méthodes d'ingénierie des systèmes d'information, du fait que les méthodes universelles ne sont pas adaptable à tout projet dans toute situation.

Les ingénieurs des méthodes rencontrent des problèmes et des difficultés lors de la création de nouvelles méthodes situationnelles en utilisant la technique d'assemblage de fragments de méthodes. Ces problèmes sont principalement dû à la complexité de ce domaine et l'absence d'un support d'aide informatique.

Dans ce travail on va élaborer un outil informatique avec le langage JAVA qui va aider les ingénieurs des méthodes à créer des nouvelles méthodes situationnelles utilisant la technique d'assemblage, ce type d'outil est connu dans le domaine d'ingénierie des méthodes par l'abréviation anglaise CAME (Computer-Aided Method Engineering) qui signifie les outils d'ingénierie de méthode assistés par ordinateur.

MOTS-CLÉS: Ingénierie des méthodes, Méthodes situationnelles, CAME, fragment de méthode, technique d'assemblage, JAVA.

Abstract :

The Situational Engineering Methods Discipline has emerged to assist the construction of new information systems engineering methods because universal methods are not always adaptable to any project in any situation.

Method engineers have encountered problems and difficulties in creating new situational methods by using the assembly technique in the absence of computer support.

So in this work we will develop a computer tool using the JAVA language that will help the methods engineers to create new situational methods using the assembly technique, this type of tool is known in the field of engineering methods CAME which means computer-aided method engineering tools

KEYWORDS: Methods Engineering, Situational Methods, CAME, , Method Fragment, Assembly Technique, JAVA.

ملخص :

يعود سبب ظهور هندسة الطرق الظرفية لعدم توفر طريقة شاملة مكيفة لكل وجود مشروع و لكل حالة .

واجه مهندسو الطرق مشاكل وصعوبات في إنشاء طرق الظرفية جديدة باستخدام تقنية التجميع في غياب دعم الكمبيوتر.

من أجل هذا سنقوم في هذا العمل بتطوير أداة حاسوبية بإستعمال لغة الجافا تساعد مهندسي الطرق على إنشاء طرق ظرفية جديدة باستخدام تقنية التجميع ، وهذا النوع من الأدوات معروف في مجال هندسة الطرق بإختصار انجليزي والذي يعني أداة هندسة الطرق بمساعدة الكمبيوتر.

الكلمات المفتاحية : هندسة الطرق , الطرق الظرفية , هندسة الطرق بمساعدة الكمبيوتر , أجزاء الطريقة , تقنية التجميع , لغة الجافا .

Liste d'abréviations :

SI : Système d'information

ISI : Ingénierie des systèmes d'information

IM :Ingénierie des méthodes

IMS : Ingénierie des méthodes situationnelles

CAME : Computer Aided Method Engineering

E/R : Modèle Entité / Relation

Table des Matières

Table des matières	IX
Liste des figures	XI
Liste des tables	XII
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	1
1. Domaine du mémoire.	1
1.1 Système d'Information	1
1.2 Méthode	1
1.3 Ingénierie des Méthodes	2
2. Problématique	2
3. Objectifs du mémoire	3
4. Plan du mémoire	4
CHAPITRE 2 : ETAT DE L'ART	5
1. Introduction.	5
2. Principes de l'ingénierie de méthodes	5
2.1. Principe de méta-modélisation	5
2.1.1 Modèle de produit	6
2.1.2 Modèle de processus.	6
2.2. Principe de réutilisation.	6
2.3. Principe de modularité.	7
2.4. Principe de flexibilité	7
2.4.1 Approches rigides	8
2.4.2 Approches semi-rigides.	8
2.4.3 Approches situationnelles.	8
3. Méthodes situationnelle	9
3.1 L'ingénierie des méthodes situationnelles	9

3.2 Ré-ingénierie des méthodes	10
4. Les approches de construction d'une méthode.	11
4.1. Les approches Adhoc	11
4.2. Construction de méthodes par instanciation de méta-modèle.	11
4.3. Construction de méthode par évolution.	12
4.4 Construction de méthode par extension/réduction	12
4.5 Construction de méthodes par assemblage.	12
5. Les principaux travaux réalisés.	13
5.1 Principe de la technique d'assemblage.	14
5.2. Stockage des composants de méthodes.	14
5.3. Guidage dans la sélection et l'assemblage de composants.	15
5.4 Opérateurs d'assemblage.	17
5.4.1 Opérateurs d'assemblage de modèles de produit	18
5.4.2 Opérateurs d'assemblage de modèles de processus.	19
6. Les travaux réalisés sur les outils CAME.	19
7. Conclusion.	20
CHAPITRE 3 Conception et réalisation de l'outil	21
1. Introduction.	21
2. conception de l'outil.	22
2.1 Diagramme de classe	23
2.2 Diagramme de séquence	25
3. Elaboration de l'outil.	29
4. Exemple d'exécution.	30
5. Conclusion.	33
CHAPITRE 4 conclusion	34
Bibliographie.	36

Liste des figures

1. Vue générale d'une méthode	6
2. Spectre de Harmsen pour les approches d'ingénierie des méthodes.	8
3. Le cycle de l'Ingénierie des Méthodes Situationnelles.	9
4. Les approches de construction des méthodes.	11
5. Les niveaux d'abstraction de méthodes par instantiation de méta-modèle. . .	12
6. Typologies d'assemblage par intégration et par associations.	16
7. Assemblage des composants avec la technique d'intégration.	17
8. Vue générale de fonctionnement d'assemblage par l'outil CAME	21
9. Le diagramme de classes	23
10. Le diagramme de séquence	25
11. L'interface graphique d'outil	30
12. CREWS et OOSE	31
13. Fusion de CREWS et OOSE.	32

Liste des tables:

1. Les opérateurs d'assemblage de modèles de produit 18
2. Les opérateurs d'assemblage de modèles de processus19

CHAPITRE 1 : Introduction

1. Domaine de mémoire :

Ce mémoire s'inscrit dans le domaine de l'ingénierie des méthodes et plus particulièrement dans l'informatisation et l'automatisation du processus de conception des méthodes situationnelles pour le développement des systèmes d'information par l'utilisation d'une nouvelle génération d'ateliers logiciels désignés par l'acronyme anglais CAME (Computer Aided Method Engineering). Par analogie avec les ateliers de génie logiciel dont le propos est d'apporter une aide à la conduite du développement des systèmes d'information, un atelier méthode vise à guider la construction des méthodes. Il doit donc offrir des fonctionnalités d'aide à l'accomplissement des activités clés en ingénierie des méthodes.

1.1 Système d'Information :

Un Système d'Information (SI) est la représentation d'un système du monde réel, Brian [0]. Parmi les différentes définitions d'un système d'information figurant dans la littérature, nous retenons la suivante :

"Un système d'information est un artefact qui supporte un réseau de flux d'informations nécessaires pour organiser, mettre en œuvre, gérer et maintenir les activités d'une organisation. C'est un instrument de communication qui sert aux échanges informationnels entre les partenaires de l'organisation et qui accroît leur efficacité." Rolland [1].

La complexité du développement des systèmes d'information nécessite l'utilisation de méthodes d'analyse, de conception et de réalisation.

1.2 Méthode :

Une méthode est définie comme un ensemble cohérent de modèles de produits et de modèles de processus. Plusieurs définitions introduisant cette notion ont été proposées dans la littérature.

Parmi ces définitions G.Booch [2] définit une méthode de conception comme:

" un processus rigoureux permettant de générer un ensemble de modèles qui décrit divers aspects d'un logiciel en cours de construction en utilisant une certaine notation bien définie ".

Et selon A.F Harmsen [3] une méthode de conception est :

"Une collection de procédures, de techniques, de descriptions de produit et d'outils pour le support effectif, efficace et consistant du processus d'ingénierie d'un SI ".

Plusieurs autres définitions ont été proposées, la plupart d'entre elles convergent vers l'idée qu'une méthode apporte les concepts pour décrire le produit et les règles de conduite méthodologique pour produire un produit de qualité avec une efficacité raisonnable.

1.3 Ingénierie des Méthodes:

L'Ingénierie des méthodes se préoccupe de la définition de nouvelles méthodes d'ingénierie des systèmes d'information. S. Brinkkemper[5] la définit comme "une discipline de conceptualisation, de construction et d'adaptation de méthodes, de techniques et d'outils pour le développement des systèmes d'information" .

Plusieurs autres définitions restreignent la notion d'ingénierie des méthodes à la construction de nouvelles méthodes à partir de celles déjà existantes. A titre d'exemple, H.T. Punter[6] définit l'ingénierie des méthodes comme: "une approche de construction des méthodes combinant différentes parties de méthodes pour développer une solution optimale au regard du problème donné"

Une variante de cette discipline a été développée, il s'agit de l'Ingénierie des Méthodes Situationnelles (IMS) qui est définie par R.J. Welke [7] comme : "la discipline visant à construire et à adapter une méthode de développement de SI et les outils associés à chacun des projets spécifiques auxquels elle est appliquée" .

2. Problématique :

Le concept de l'ingénierie des méthodes est apparue en raison des problèmes de mal utilisation des méthodes universelles qui ne peuvent pas prédire toutes les situations possibles du développement des projets, pour ça l'ingénierie des méthodes aide à construire des méthodes situationnelles à partir des méthodes existantes et assure leurs utilisations avec efficacité.

Pendant de nombreuses années, les ingénieurs des méthodes ont rencontrés des difficultés avec l'absence d'un support informatique pour la conception des méthodes situationnelles.

Nombreuses initiatives académiques et commerciales ont été effectuées pour essayer d'automatiser le processus de conception des méthodes situationnelle. Nous pouvons citer par exemple, Maestro II, MetaEdit, Decamerone, Mentor et MERU .

Des progrès considérables ont été accomplis, mais les solutions disponibles ne sont pas des solutions totales, et ne répondent pas à l'exigence de flexibilité totale.

Par conséquent, la contribution principale de notre mémoire est d'élaborer un outil informatique (CAME) qui aide à la conception des méthodes situationnelles par une technique spécifique de l'ingénierie des méthodes qui est l'assemblage par intégration.

3. Objectifs d mémoire :

L'objectif de ce travail est de proposer un outil informatique CAME (Computer Aided Method Engineering), pour aider à la représentation et la construction des méthodes situationnelles en utilisant la technique d'assemblage de composants de méthodes par intégration, ayant les propriétés suivantes:

1. Représentation modulaire des méthodes : notre objectif est de représenter toute méthode de manière modulaire sous forme des modèles de produit et processus.
2. Chaque composant doit satisfaire un certain objectif, permettre de réaliser une activité particulière dans l'ingénierie des systèmes.
3. l'outil doit s'appliquer à tous les types de méthodes d'ingénierie des systèmes. De plus, nous cherchons à définir les composants de méthode de telle manière qu'ils soient réutilisables indépendamment de leur méthode d'origine.
4. l'outil doit être basé sur le principe de la réutilisation. Tout composant de méthode doit avoir une signature qui permette de l'identifier, et un corps qui soit effectivement réutilisable.

5. l'outil doit supporter l'intégration des composants de méthodes dans le but de construire une nouvelle méthode.
6. les composants définis doivent être stockés dans une base de composants de méthodes. La structure de la base doit permettre l'addition des nouveaux composants sans avoir à changer les éléments existants déjà dans la base.

4. Plan du mémoire :

Le plan de ce mémoire est le suivant :

- Le chapitre 1 est consacré à l'introduction et la présentation du contexte de notre projet. Il donne une idée générale sur notre problématique, nos motivations et nos objectifs visée.
- Le chapitre 2 est consacré à un état de l'art en ingénierie des méthodes ; il définit les principes clés de cette discipline et présente les différentes approches de construction de méthodes proposées dans la littérature.
- Le chapitre 3 est consacré à la conception et la réalisation de l'outil.
- Le chapitre 4, contient une conclusion de notre travail.

CHAPITRE 2 : Etat de l'art

1. Introduction :

Ce chapitre est consacré à la présentation d'un état de l'art sur les différents travaux réalisés en ingénierie de méthodes. Il présente un aperçu des approches existantes en les classant selon la technique de construction de méthodes qu'elles proposent.

On va parler dans ce chapitre sur les principes fondamentaux ou principes-clés en ingénierie de méthodes, et les différentes approches et techniques d'ingénierie de méthodes qui utilisent ces principes.

2. Principes de l'ingénierie de méthodes :

L'ingénierie de méthodes met en œuvre quatre principes-clés que l'on présente dans cette section :

- le principe de méta-modélisation,
- le principe de réutilisation,
- le principe de modularité,
- et enfin, le principe de flexibilité.

2.1 Principe de Méta-modélisation :

La méta-modélisation consiste à identifier les caractéristiques communes et génériques des différents modèles et à les représenter ensuite par un système de concepts génériques. Une telle représentation, appelée méta-modèle, permet de générer tous les modèles partageant ces mêmes propriétés.

Représenter une méthode consiste à modéliser ses parties qui sont ses modèles de Produit et de Processus

2.1.1 Modèle de produit :

Le produit est le résultat de l'application d'une méthode, c'est la cible désirée d'un développement de SI. Un schéma conceptuel d'une Base de données est un exemple de produit.

Une méthode peut comporter plusieurs modèles de produit permettant de modéliser différentes facettes d'un SI (statique, dynamique, fonctionnel) à différents niveaux de détail (par exemple, classe, paquetage, sous-système) et à différents niveaux d'abstraction (par exemple, objet, classe, méta-classe).

2.1.2 Modèle de processus :

Le processus est « la route à suivre » pour atteindre la cible que constituent les produits Olle [8]. Il s'exprime le plus souvent comme « un ensemble d'activités inter-reliées et menées dans le but de définir un produit ».

Il décrit la manière de faire, une démarche méthodologique pour atteindre la cible souhaitée. Il décrit à un niveau abstrait et idéal, la façon d'organiser la production du produit.

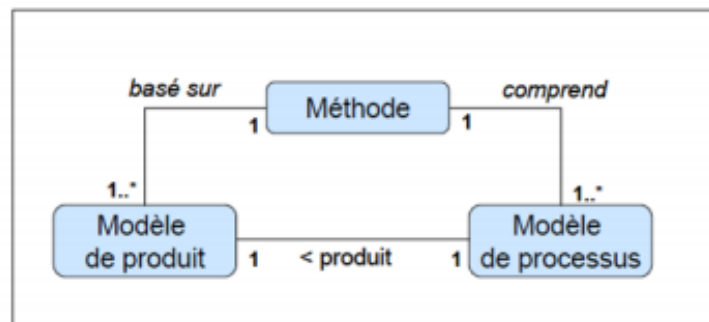


Figure 1- Vue générale d'une méthode. J. Ralyte[4]

2.2 Principe de réutilisation :

La réutilisation en ingénierie des méthodes est inspirée de la réutilisation dans le monde du logiciel où elle se définit comme une approche de développement selon laquelle il est possible de construire un système à partir de composants existants, produits à l'occasion de développements antérieurs.

Le principe de réutilisation logicielle est appliqué aujourd'hui à toutes les étapes du cycle de développement d'un logiciel, initialement introduite pour améliorer la productivité de la programmation, la réutilisation intervient dans les activités d'analyse et de conception ainsi qu'en ingénierie des besoins.

L'ingénierie de méthodes applique le principe de réutilisation pour construire de nouvelles méthodes d'ingénierie des systèmes d'information en assemblant différents fragments de méthodes qui ont déjà fait leurs preuves, les fragments de méthode sont des descriptions réutilisables des parties des modèles de produit et des modèles de processus qui constituent une méthode, c'est-à-dire des fragments de leurs méta-modèles.

2.3 Principe de modularité :

La mise en œuvre de la réutilisation en ingénierie de méthodes nécessite que l'on découpe une méthode en blocs réutilisables appelés fragments et donc d'introduire la modularité comme principe dans la description des méthodes.

Selon ce principe une méthode est vue comme une collection de composants réutilisables. Par analogie avec la notion de module en génie logiciel, un composant de méthode doit avoir un certain nombre de qualités telles que la cohésion, l'autonomie et l'interopérabilité.

Il est cohésif à condition que son contenu constitue un tout cohérent et autonome s'il peut être utilisé seul pour résoudre un problème d'ingénierie de système d'information. Il doit être interopérable afin de permettre son assemblage avec d'autres composants dans le processus de construction d'une nouvelle méthode.

2.4 Principe de flexibilité :

Harmsen[3] propose un spectre des méthodes d'ingénierie (Figure 2) qui organise les approches d'ingénierie des méthodes selon le degré de flexibilité de la méthode au regard de la situation rencontrée.

Cette figure illustre le fait que l'on peut regrouper les approches d'ingénierie de méthodes dans trois grands types différents : les approches rigides, les approches semi-rigides et les approches situationnelles

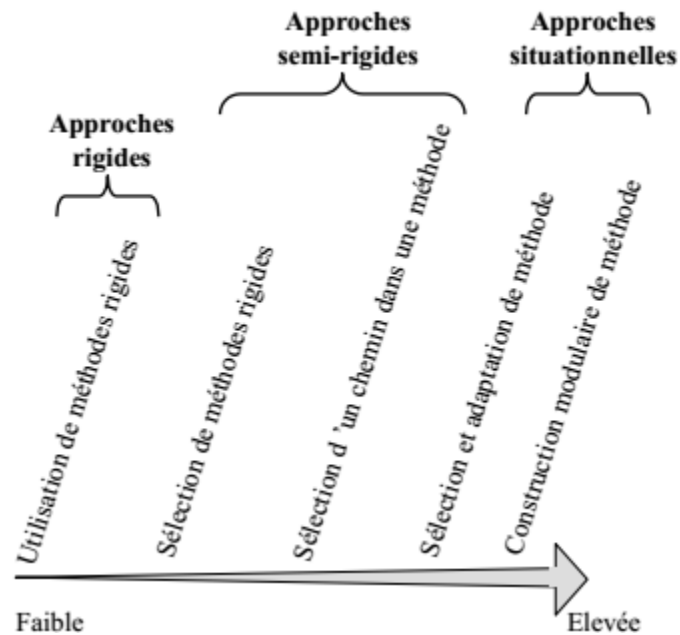


Figure 2 .Spectre de Harmsen[3] pour les approches d'ingénierie des méthodes

2.4.1 Approches rigides:

Usage traditionnel d'une méthode qui ne prévoit pas de mécanisme d'adaptation à des situations particulières.

- La même méthode est utilisée pour tous les projets d'une organisation sans aucune possibilité de particularisation.

2.4.2 Approches semi-rigides:

Sélection d'une méthode pour un projet spécifique.

- meilleure adéquation de la méthode au projet mais requiert un investissement important de formation de l'équipe.

2.4.3 Approches situationnelles:

Possibilité de spécialiser le modèle de produit et le modèle de processus de la méthode.

3. Méthode situationnelle :

C'est la construction d'une nouvelle méthode par assemblage de fragments de méthodes pour satisfaire aux besoins d'un projet.

Cette construction consiste à analyser les méthodes existantes pour les diviser en fragments des méthodes.

Ces fragments sont ensuite stockés dans une base ou un référentiel de fragments, pour être assemblés en de nouvelles méthodes, plus adaptées aux situations rencontrées.

3.1 L'ingénierie des méthodes situationnelles

Ce domaine préconise la construction d'une méthode spécifique à chaque projet de développement d'un système d'information (SI) en sélectionnant et assemblant des fragments des méthodes existantes, en réponse au constat qu'il n'existe pas de méthode universelle adaptable à tout projet dans tout Situation.

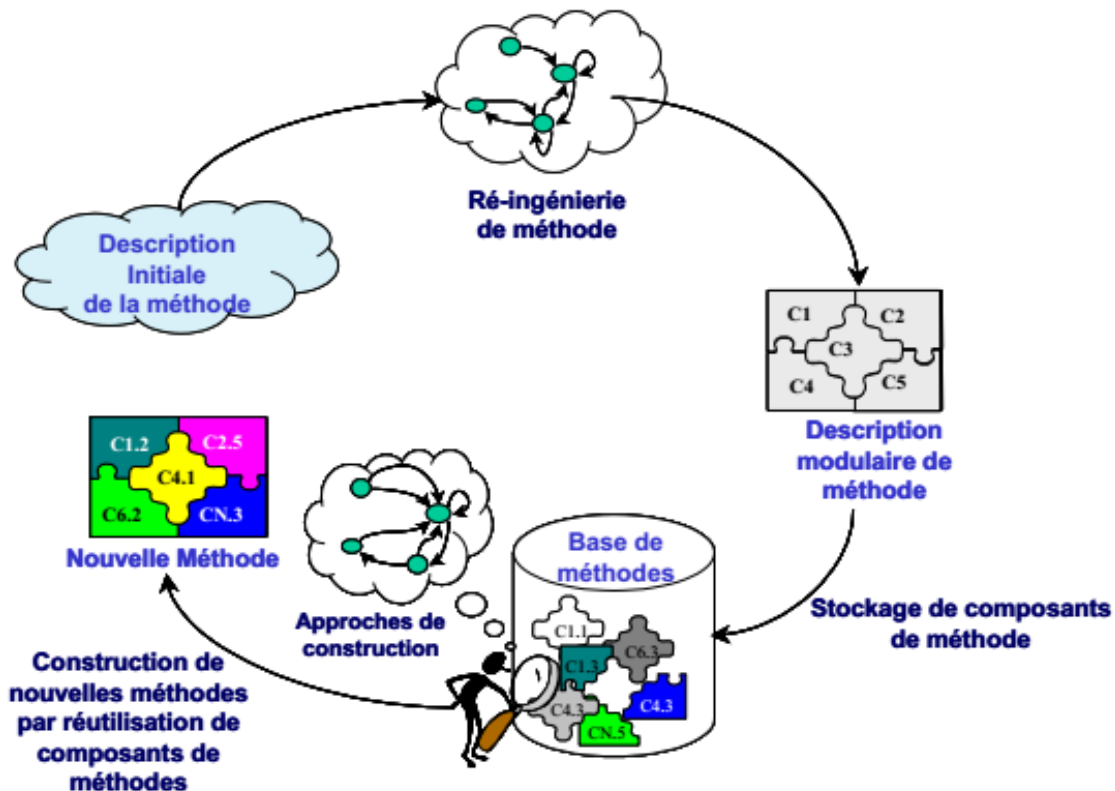


Figure 3 :Le cycle de l'Ingénierie des Méthodes Situationnelles J.Ralyte [4]

3.2 Ré-ingénierie des méthodes :

Comme l'illustre la Figure 3, la ré-ingénierie de méthodes est la première tâche à réaliser dans le cycle de l'ingénierie des méthodes situationnelles, elle vise la redéfinition d'une méthode sous la forme de composants réutilisables développant ainsi le principe de modularité.

Dans la plupart des cas, la définition des composants est basée sur la technique de méta-modélisation.

Ceci permet de résoudre le problème de représentation des méthodes sous forme de composants. La plupart des approches existantes ne prennent en compte que la structure des composants et ne se préoccupent pas du processus de reconstruction des méthodes sous forme de composants.

J. Ralyté[4] propose un modèle de processus multi-démarches pour assister l'ingénieur de méthodes dans la ré-ingénierie d'une méthode.

Ce modèle se base sur un méta-modèle de méthodes modulaire et présente l'avantage de tenir compte du contexte et des spécificités de chaque méthode.

S'il y a peu de travaux sur le processus de ré-ingénierie, de nombreux efforts ont été fournis pour définir des langages de spécification des composants réutilisables de méthodes. Brinkkemper[5] émet l'hypothèse que tout langage de modélisation conceptuelle est adéquat.

Cependant, d'autres auteurs ont une opinion contraire et ont développé un langage spécifique pour la modélisation.

4. Les approches de construction d'une méthode:

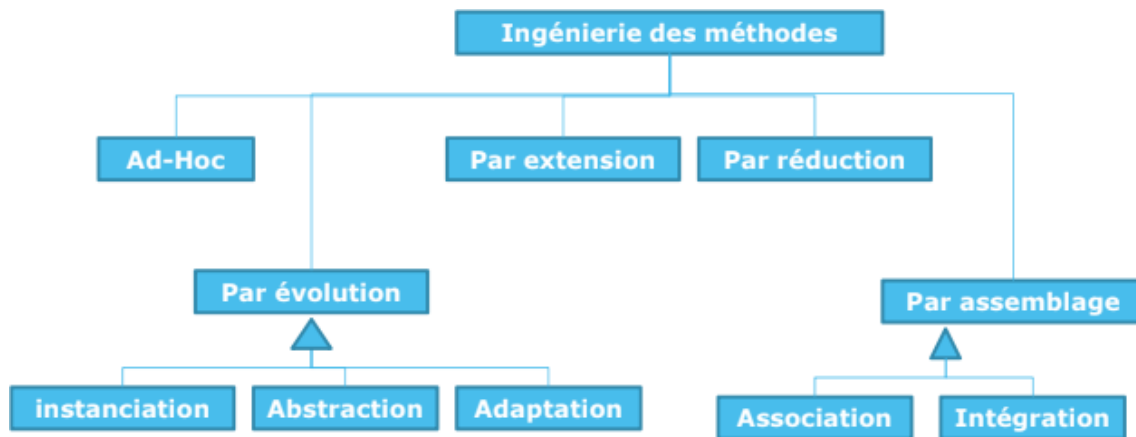


Figure 4 : Les approches de construction des méthode

4.1 Approche Ad-Hoc :

La technique de construction de méthodes ad-hoc est une technique traditionnelle basée sur l'expérience acquise lors des développements de différents systèmes d'un domaine spécifique.

Tant que cette expérience n'est pas formalisée et ne constitue pas une connaissance de base disponible pour les différents ingénieurs d'application, on peut dire que cette connaissance est le résultat d'une technique de construction ad-hoc.

Ceci a deux conséquences majeures : la méconnaissance de la manière dont la méthode a été générée et sa dépendance au domaine d'expertise.

Si la méthode doit être indépendante du domaine d'expertise, facile à appliquer et à modifier, il est alors nécessaire de sortir du cadre des techniques de construction basées sur l'expérience. Les techniques comme l'instanciation et l'assemblage favorisent la flexibilité et la modularisation des méthodes et facilitent

4.2 Construction de méthodes par instanciation de méta-modèle :

Une approche de construction des méthodes très répandue en ingénierie de méthodes est celle de l'utilisation de la technique d'instanciation de méta-modèle.

En appliquant cette approche, le modèle de processus de la méthode est construit par instanciation du méta-modèle de processus, de la même

manière le modèle de produit est construit par instantiation du méta-modèle de produit. La Figure 5 résume les niveaux d'abstraction définis pour cette approche.

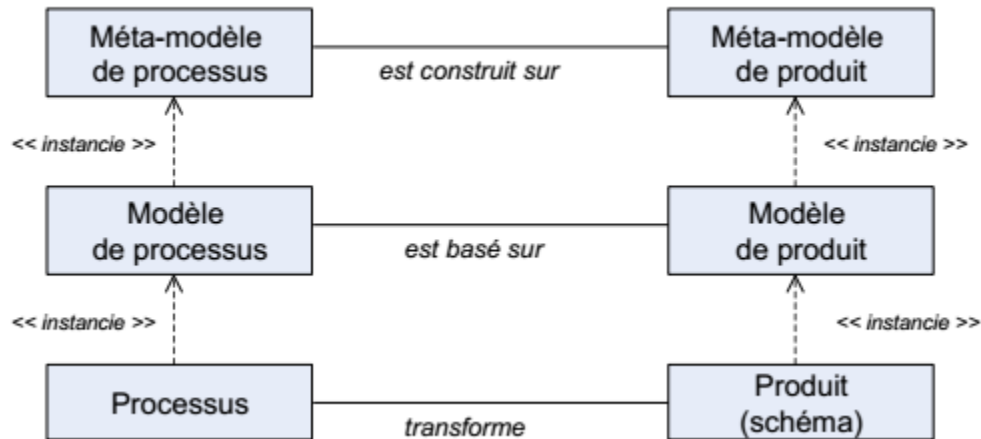


Figure 5 : Les niveaux d'abstraction de méthodes par instantiation de méta-modèle J.Ralyte[4]

4.3 Construction de méthode par évolution :

Le principe de cette technique de construction est d'apporter un ensemble de transformations aux modèles d'une méthode existante afin de proposer une nouvelle méthode satisfaisant les objectifs d'ingénierie.

4.4 Construction de méthode par extension/réduction :

Leur objectif est d'enrichir une méthode par de nouveaux concepts et propriétés, Par exemple, une méthode statique telle que celle pour la construction de schémas E/R peut être étendue pour représenter le temps de manière systématique par l'introduction d'un calendrier de points temporels, d'intervalles etc. ainsi que celle des aspects temporels tels que l'historisation des entités.

4.5 Construction de méthodes par assemblage :

Cette technique est fondée sur l'idée que l'on peut décomposer les méthodes existantes en composants (aussi appelés fragments, modules ou blocs) réutilisables indépendamment. La construction d'une nouvelle méthode consiste donc à sélectionner des fragments de différentes méthodes correspondant à la situation d'un projet en cours et à les assembler.

5. Les principaux travaux réalisés dans la technique d'assemblage :

Parmi les principaux travaux réalisés dans la technique d'assemblage on peut citer:

- Harmsen[3], Brinkkemper[5] et Saeki[9] proposent une approche d'assemblage à base des fragments de méthodes de différents niveaux de granularité. Afin de la distinguer des autres approches, nous attribuons le nom Fragment de méthodes à cette approche.
- Rolland [1] et Prakash [10] proposent une structure pour représenter et stocker des composants de méthodes de différents niveaux d'abstraction et de différents niveaux de granularité. Nous appelons cette approche par Composant contextuel.
- Prakash [10] propose un méta-modèle pour représenter des méthodes sous forme modulaire. Les modules sont appelés des blocs de méthodes d'où le nom de l'approche : Bloc de méthodes.
- Song [11] propose une approche d'intégration des méthodes de conception qui est basée sur l'adaptation des méthodes existantes. Elle permet de compléter une méthode par une fonctionnalité complémentaire prise dans une autre méthode et/ou d'améliorer sa qualité en lui associant des propriétés issues d'autres méthodes.
- Punter[6] et Lemmen [12] proposent une approche appelée MEMA comportant un métamodèle pour représenter les fragments de méthodes ainsi qu'un processus de sélection et d'assemblage de fragments afin de construire une méthode pour un projet concret.
- L'approche proposée par Van Slooten [13] se base surtout sur la caractérisation des projets en utilisant des facteurs de contingence.
- J. Ralyté[4] propose une approche d'ingénierie de méthodes à base de composants, proposant un méta-modèle de méthodes modulaires, un modèle de processus de ré-ingénierie de méthodes sous forme de composants et un modèle de processus d'assemblage de ces composants. Ce dernier utilise un ensemble d'opérateurs d'assemblage, de mesures de similarité et de règles de validation.
- M. Saeki[9] propose une approche d'assemblage de composants se basant sur la transformation de modèles. Il fournit pour cela des règles pour

l'assemblage de composants issus de méthodes basées sur les diagrammes et de méthodes formelles.

5.1 Principe de la technique d'assemblage :

Les approches de construction de méthodes par assemblage se basent sur les principes de réutilisation et de modularité.

La ligne directrice de ces approches est la construction de méthodes adaptées aux caractéristiques et spécificités de chaque projet par assemblage de composants de méthode.

Trois étapes phares interviennent dans les approches de construction de méthodes par assemblage.

Ces étapes sont présentées à la Figure 3 qui illustre la vision du cycle de l'ingénierie de méthodes situationnelles :

- la ré-ingénierie de méthodes existantes sous forme de composants réutilisables indépendamment,
- le stockage de ces composants dans une base de méthodes et
- le guidage de l'ingénieur de méthodes dans la sélection et l'assemblage de composants.

On a déjà parlé sur l'étape de la ré-ingénierie des méthodes dans la section 3

5.2 Stockage des composants de méthodes :

Au cœur du cycle présenté à la Figure 3 se trouve la base des méthodes qui stocke les composants réutilisables de méthodes.

Elle apporte la connaissance qui est encapsulée dans les composants eux-mêmes.

Un composant peut par exemple, apporter des heuristiques d'écriture d'un scénario d'interaction (partie processus) et comporter la description conceptuelle d'un tel type de scénario (partie produit).

La connaissance qu'il fournit est réutilisable dans tout projet où la capture des besoins se fait par écriture de scénarios.

La plupart des approches d'assemblage utilisent la notion de base de méthodes pour stocker les composants.

L'approche de J.Ralyté[4] divise la base de méthodes en deux niveaux : le premier niveau est appelé connaissance méthode et le deuxième méta connaissance.

Le niveau connaissance méthode comporte la connaissance qui est effectivement réutilisable, c'est-à-dire les composants eux-mêmes, tandis que le niveau de méta-connaissance comporte l'information nécessaire à la sélection et la réutilisation des composants. Dans le domaine de la réutilisation ces deux niveaux sont appelés la connaissance réutilisable et la connaissance pour la réutilisation.

La méta-connaissance peut prendre des formes variées : descripteur, méta-classe, liens hypertexte et vise à satisfaire deux objectifs :

1. comprendre la nature de la connaissance apportée par le composant
2. caractériser les situations de sa réutilisation.

Pour représenter la méta-connaissance J. Ralyté[4] utilise la notion de descripteur qui permet de personnaliser les composants.

Ceci facilite l'accès aux composants ainsi que leur sélection dans la base de méthodes. Chaque composant de méthode a un descripteur qui décrit son contexte de réutilisation.

Un descripteur relie la situation dans laquelle le composant est pertinent à l'intention qu'il permet de satisfaire dans le processus d'ingénierie de systèmes.

L'approche de J.Ralyté[4] fait référence aux domaines dans lesquels le composant est applicable et les activités de conception dans lesquelles le composant peut participer.

5.3 Guidage dans la sélection et l'assemblage de composants :

La dernière étape dans le cycle de l'ingénierie des méthodes situationnelles est la construction de nouvelle méthode par sélection et assemblage de composants stockés dans la base de méthodes.

On en trouve différentes variantes de techniques d'assemblage de composants.

Ralyté[4] et Rolland[1] proposent un processus d'assemblage qui prend en compte deux cas d'assemblages (Figure 6): Assemblage par association et Assemblage par intégration .

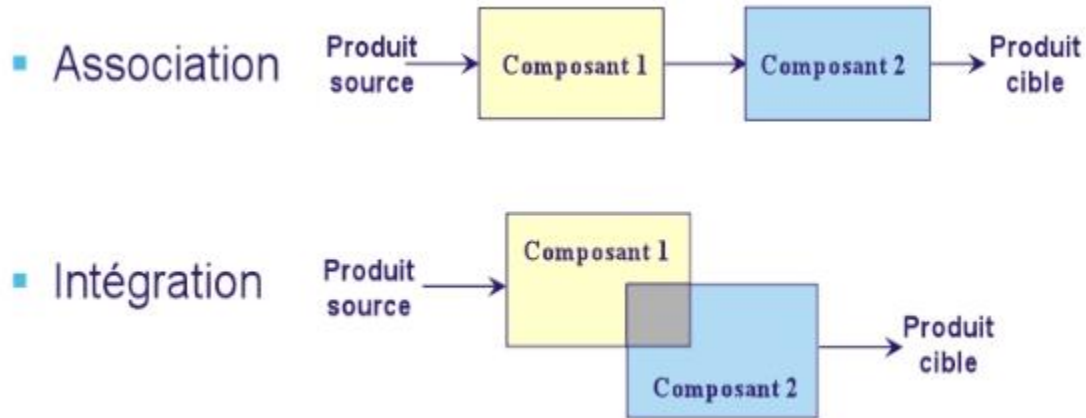


Figure 6 : Typologies d'assemblage par intégration et par associations J.Ralyte[4]

Dans l'assemblage par association, les composants issus de méthodes différentes (M1 et M2) sont disjoints. Ils sont en général, complémentaires et l'association consiste à établir des liens entre M1 et M2.

Dans l'assemblage par intégration, les composants se recouvrent et la construction de la nouvelle méthode requiert un travail d'assemblage plus complexe qui consiste à intégrer les concepts de M1 à ceux de M2 au moyen d'opérateurs appropriés.

L'intégration de tels composants permet d'obtenir un nouveau composant encore plus riche que les deux initiaux.

La Figure 7 illustre le MAP générale des étapes et les différentes stratégies suivies pour faire l'assemblage des composants par intégration.

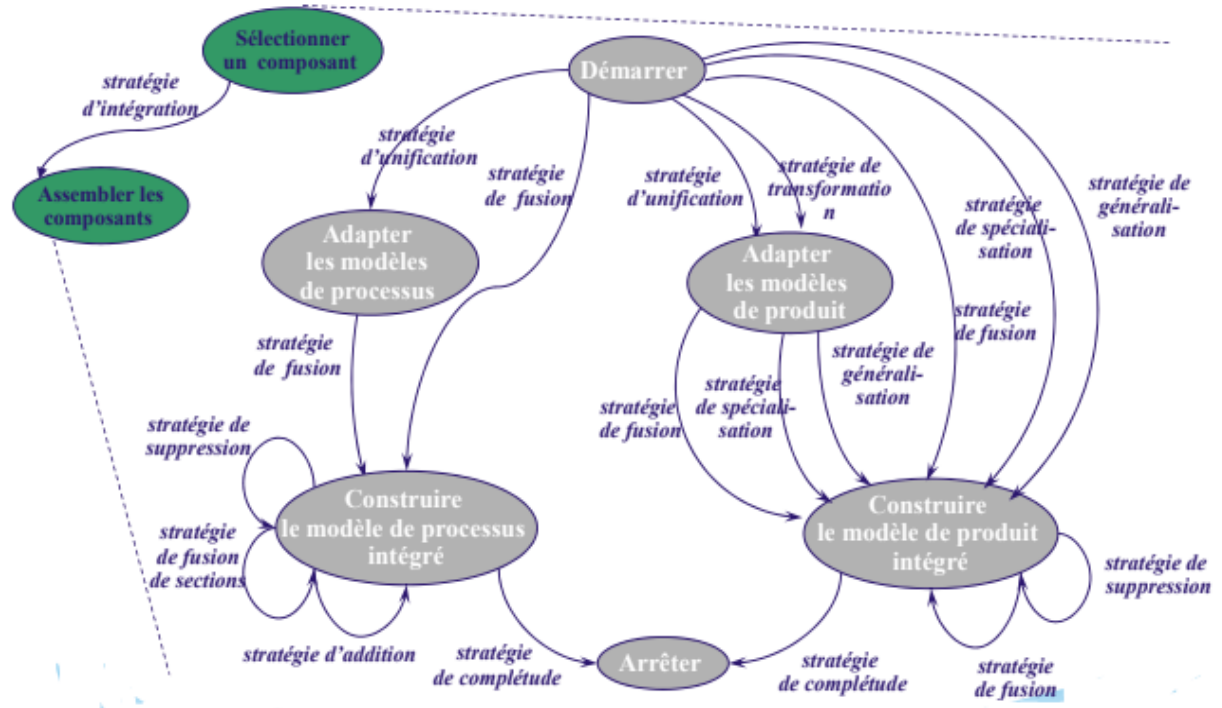


Figure 7: Assemblage des composants avec la technique d'intégration J.Ralyte[4]

5.4 Opérateurs d'assemblage :

Pour intégrer les fragments des méthodes on va utiliser des opérateurs d'assemblages, il y a des opérateurs d'assemblage pour les modèles de produit et d'autres pour les modèles de processus.

5.4.1 Les opérateurs d'assemblage de modèles de produit :

Ces opérateurs sont appliqués seulement sur les méta-modèles de produit

Le type	L'opérateur
1. Les opérateurs d'addition : permettant d'ajouter de nouveaux éléments à un modèle de produit en cours de construction	AJOUTER_CONCEPT
	AJOUTER_LIEN (association, composition, spécialisation / généralisation)
	AJOUTER_PROPRIETE
2. Les opérateurs de suppression : permettant d'enlever certains éléments du modèle de produit en cours de construction.	SUPPRIMER_CONCEPT
	SUPPRIMER_LIEN
	SUPPRIMER_PROPRIETE
3. Les opérateurs d'unification : permettant de changer les noms des différents éléments des modèles de produit utilisés dans l'assemblage.	RENOMMER_CONCEPT
	RENOMMER_LIEN
	RENOMMER_PROPRIETE
4. Les opérateurs de modification : destinés à modifier les modèles de produit assemblés en changeant le type de certains de leurs éléments.	OBJECTIFIER_LIEN
	OBJECTIFIER_PROPRIETE
5. Les opérateurs de fusion permettant de fusionner les éléments de deux modèles de produit différents en un nouvel élément du modèle en cours de construction	FUSIONNER_CONCEPT
	FUSIONNER_LIEN
	FUSIONNER_PROPRIETE

Table 1 : Les opérateurs d'assemblage de modèles de produit

5.4.2 Les opérateurs d'assemblage de modèles de processus :

Ces opérateurs sont appliqués seulement sur les méta-modèles de processus

L'utilité	L'opérateur
1. Les opérateurs d'addition permettant d'ajouter des nouveaux éléments dans les cartes de processus	AJOUTER_INTENTION
	AJOUTER_SECTION
2. Les opérateurs de suppression permettant d'enlever certains éléments des cartes de processus	SUPPRIMER_SECTION
	SUPPRIMER_INTENTION
Les opérateurs d'unification permettant de changer les noms des différents éléments dans des cartes de processus	RENOMMER_INTENTION
	RENOMMER_SECTION
4. Les opérateurs de fusion destinés à fusionner les éléments provenant des deux cartes différentes en un nouvel élément de la carte intégrée	FUSIONNER_INTENTION
	FUSIONNER_SECTION

Table 2 : Les opérateurs d'assemblage de modèles de processus

6. Les travaux réalisés sur les outils CAME :

Aujourd'hui, les outils CAME disponible ne sont pas très nombreux, et ils ont été développés en réalisant partiellement certaines fonctionnalités

Nous pouvons citer par exemple : MEET MetaEdit+, Decamerone, Mentor et MERU.

Decamerone est dans un état préliminaire de développement mais permet l'assemblage de fragments de processus et de produit qui ont été sélectionnés à l'aide des facteurs de contingence du projet.

Cependant, il ne fournit pas de guidage ni pour l'ingénierie des méthodes ni pour l'ingénierie d'applications.

L'outil MEET propose un modèle de représentation de méthodes qui peut être utilisé pour standardiser, comparer et intégrer des différentes méthodes. MetaEdit+ inclut un nombre d'instanciations principalement sur les aspects produit d'une vingtaine de méthodes.

L'accent, dans l'outil Mentor, a été mis sur l'unification des aspects de produit et de processus des méthodes ainsi que sur le guidage et le support qui peut être fourni pour l'ingénieur de méthodes et l'ingénieur d'applications.

MERU consiste en deux parties : la première aide à formuler les exigences sur la méthode à construire, la deuxième génère la méthode. Les exigences sur la méthode sont exprimées en utilisant un méta-modèle spécifique appelé Method View.

7. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté un état de l'art des principaux travaux réalisés en ingénierie des méthodes. Dans cette présentation nous avons présenté en premier lieu, les principes-clés de l'ingénierie de méthodes puis dans un second temps, nous avons présenté les différentes approches de construction de méthodes, ensuite on a parlé spécifiquement sur l'approche d'assemblage, leur principes et concepts et ses opérateurs.

Notre outil sera basé sur la technique d'assemblage car la plupart des travaux réalisés dans cette discipline durant cette décennie sont inscrits dans cette direction.

CHAPITRE 3 : Conception et réalisation de l'outil

1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les différentes étapes du développement de cet outil CAME qui va aider l'ingénieur de méthode à la construction des méthodes situationnelles par assemblage de fragments de méthodes.

Nous allons utiliser les diagrammes de classe et de séquence pour la conception, le langage JAVA pour la programmation.

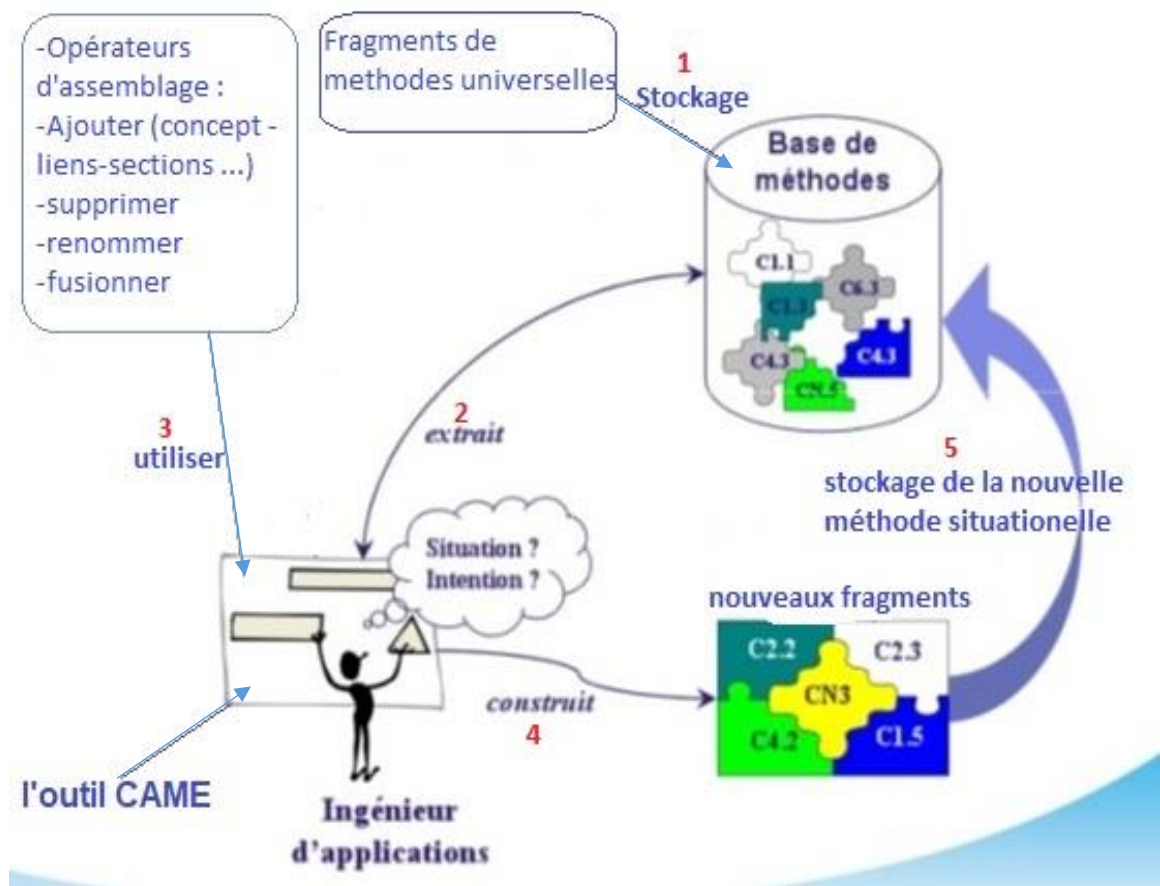


Figure 8 Vue générale de fonctionnement d'assemblage par l'outil CAME

La figure 8 représente comment se déroule l'opération d'assemblage des fragments de méthodes par l'utilisation de l'outil CAME.

On peut la résumer dans les étapes suivantes :

1 – Stockage des fragments de méthodes universelles dans la base des méthodes sous formes de modèle de produit et modèle de processus pour les réutiliser dans l'assemblage des nouvelles méthodes situationnelles (comme le stockage de la méthode CREWS) , ces fragments universels sont déjà créés par l'outil.

2 - Extractions et l'importation des fragments du modèle processus et produit depuis la base de méthodes selon la situation et le besoin .

3 et 4 – Constructions des nouveaux fragments (processus et produits par l'assemblage des fragments universels importés en utilisant les opérateurs d'assemblage dans l'outil.

5- Stockage de la nouvelle méthode situationnelle obtenue après l'assemblage des fragments dans la base des méthodes pour les réutiliser dans des situations similaires.

2. Conception de l'outil CAME:

La première étape d'élaboration de notre outil est la conception générale qui contient tous les concepts de base de cet outil.

Pour la conception nous avons utilisés le diagramme de classes et de séquence d'UML.

Le diagramme de classes pour présenter les classes et les interfaces de l'outil CAME ainsi que les différentes relations entre celles-ci.

Le diagramme de séquences pour la représentation graphique des interactions entre l'ingénieur de méthode et l'outil selon un ordre chronologique.

Diagramme de classe :

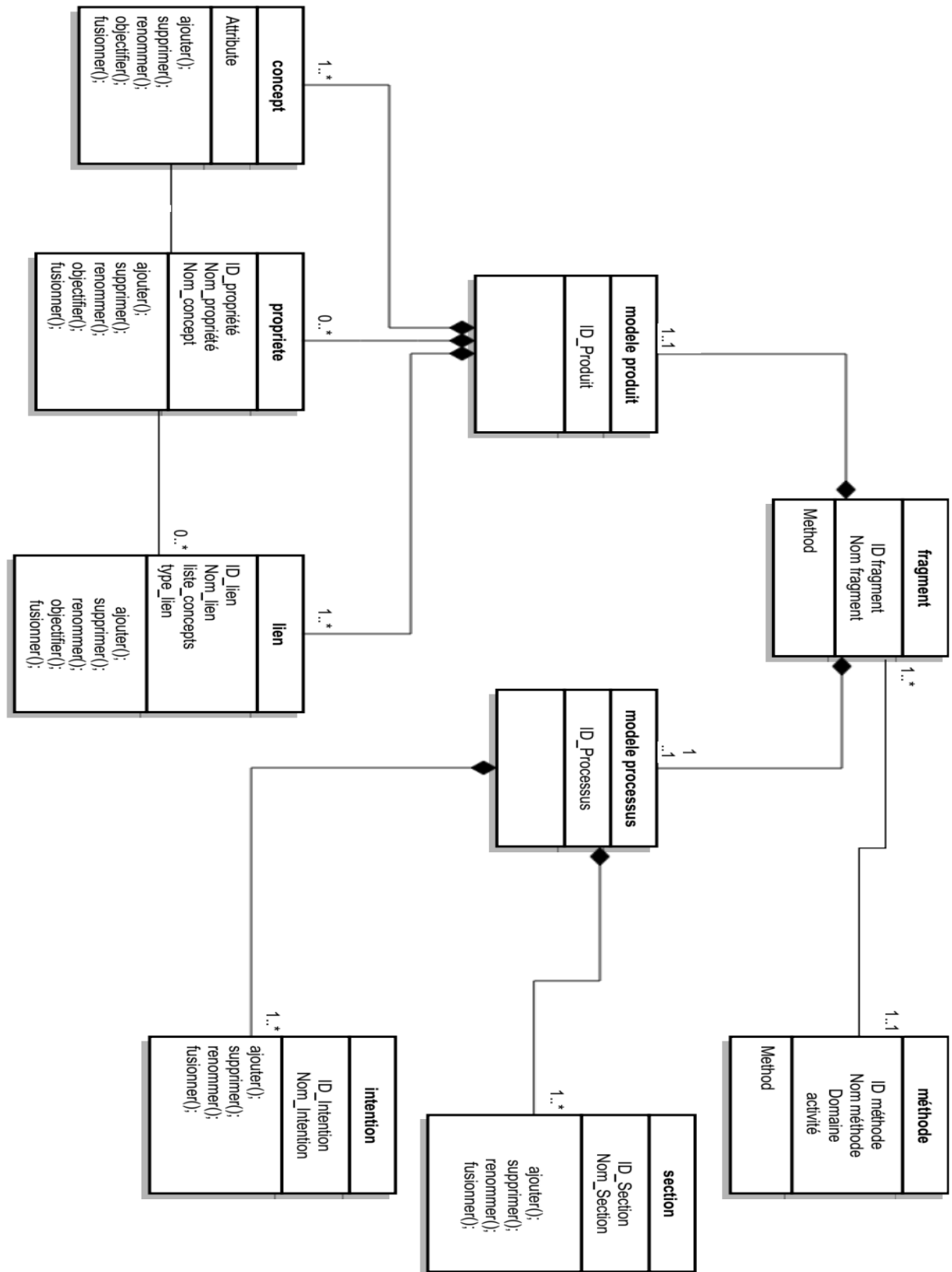


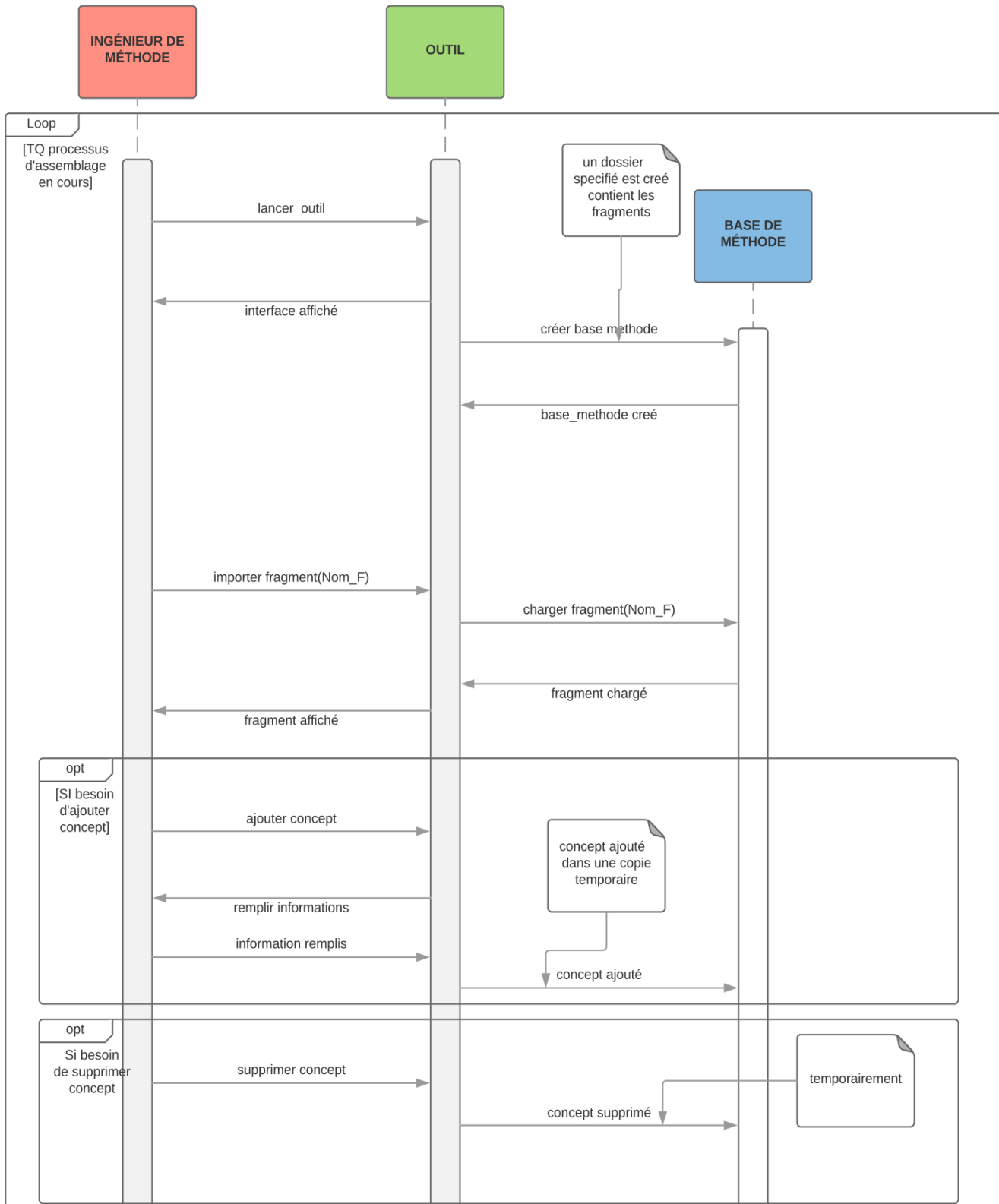
Figure 9 : Le diagramme de classes

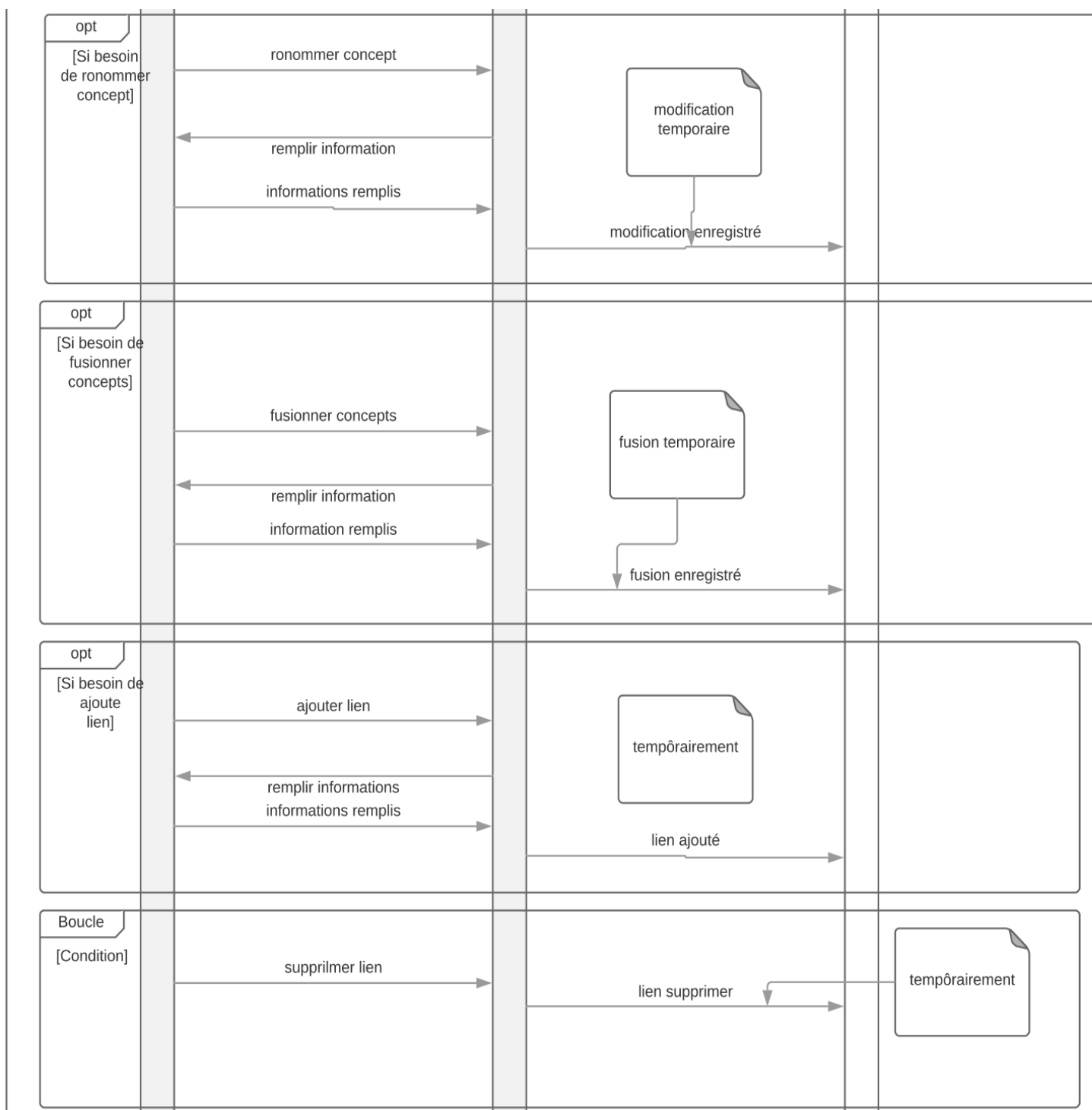
La figure 9 qui représente le diagramme de classe de notre outil.

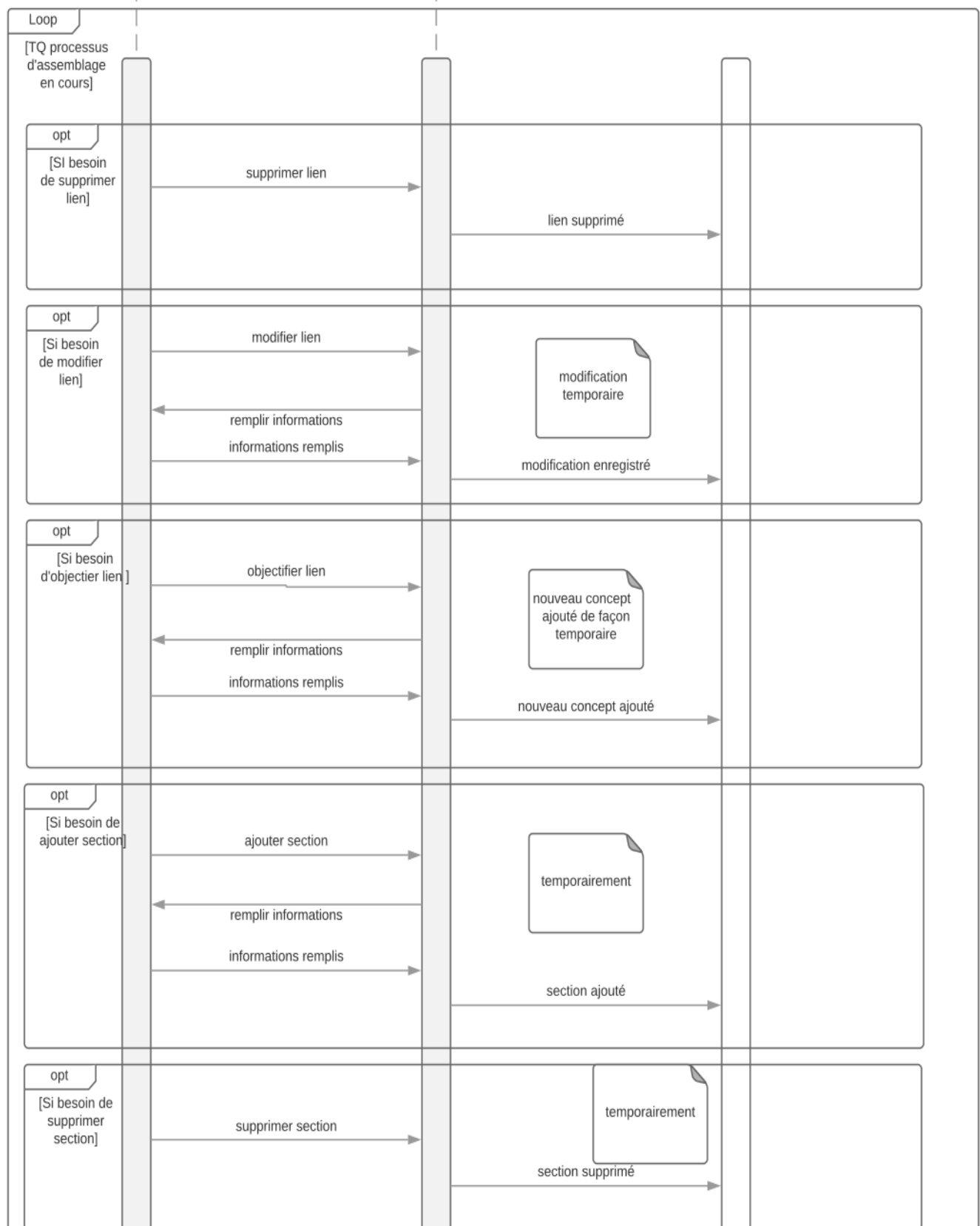
On peut extraire les caractéristiques suivantes :

- L'outil utilise les méthodes déjà stockées dans la classe méthodes .
- Une méthode peut être composée de plusieurs fragments
- Chaque fragment appartient à une seule méthode
- Chaque fragment est composé d'un seul modèle de processus et un seul modèle de produit.
- Le modèle de produit est composé de plusieurs concepts et liens et propriétés.
- Les concepts sont les composants de base pour un fragment (comme le concept <(Description du problème) dans la méthode CREWS)
- Les liens représentent les relations entre les concepts (comme le lien entre le concept « cas d'utilisation » et « scénario » dans la méthode OOSE qui représente la relation de composition)
- Les propriétés fournissent des explications pour les liens et les concepts (comme le nom dans le concept acteur dans la méthode OOSE).
- Le modèle de processus est composé de plusieurs sections et intentions .
- Les sections sont les actions à suivre pour atteindre un but de modèle de produit (comme les sections <Démarrer > et <Découvrir un but> dans la méthode CREWS)
- Les intentions sont des liens entre les sections (comme l'intention « stratégie de modèle de but » entre les sections <Démarrer > et <Découvrir un but> dans la méthode CREWS pour définir la stratégie à suivre).
- Les opérateurs qui sont déjà expliqués dans le chapitre 2 peuvent s'appliquer à tous les composants de modèle produit et modèle de processus sauf l'opérateur objectifier qui peut être utilisé seulement sur les liens et les propriétés.

Diagramme de séquence :







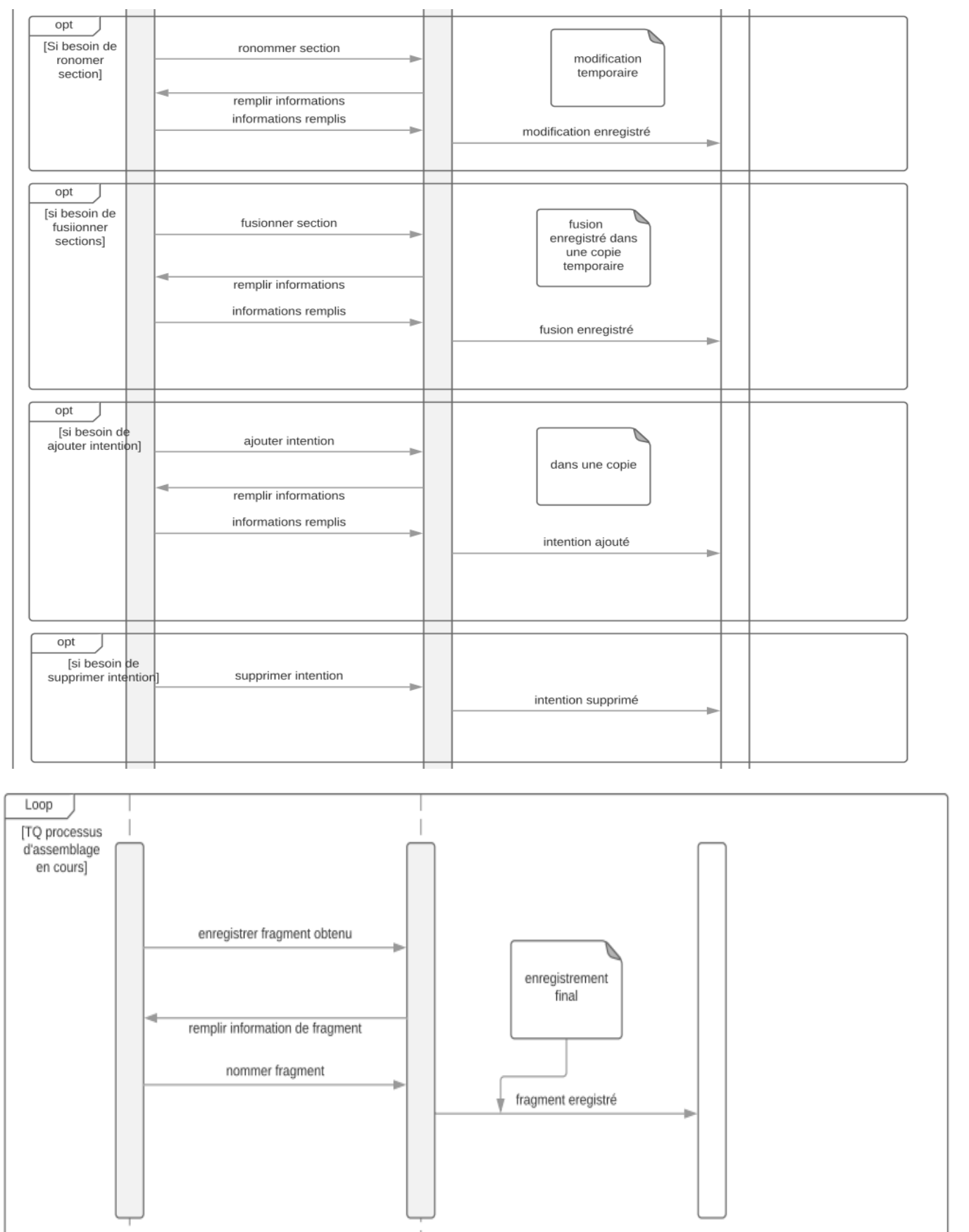


Figure 10 : Le diagramme de séquence

La figure 10 illustre le diagramme de séquence qui représente toutes les interactions possibles entre l'ingénieur de méthode et l'outil CAME et sa base de composantes selon un ordre chronologique

3. Elaboration de l'outil:

Pour la réalisation de notre outil, nous utilisons le langage de programmation orienté objet "Java" soutenu par l'environnement de développement intégré NetBeans IDE pour la conception de l'interface graphique.

Pour le stockage on a programmé l'outil pour générer des fichiers d'une extension '.mp' l'abréviation de (modèle de produit et processus).

Ces fichiers ont été personnalisés pour permettre à l'outil de stocker les méthodes et ses composantes et l'exporter vers des autres machines pour les modifier et les optimiser.

L'interface utilisateur de cet outil est construite d'un large espace de travail pour qu'il nous aide à bien réaliser la conception graphique des méthodes.

On peut trouver toutes les opérateurs de réalisation des fragments et les opérateurs d'assemblage dans une liste par un simple clic droit dans l'espace de travail.

On a des opérateurs spécialement pour la conception des modèles de produit et d'autres pour les modèles de processus.

Les sections de modèle de processus est représenté dans une forme ovale

Et les concepts de modèle de produit dans un rectangle pour distinguer entre les deux modèles.

Les liens de modèle de produit sont de 3 types :

- *les liens d'association sont présentés par un lien d'une couleur bleu
- *les liens de composition sont présentés par un lien d'une couleur noir
- *les liens d'héritage sont présentés par un lien d'une couleur verte

On peut ajouter des propriétés sur les liens pour les décrire et donner plus de détail sur le but de lien .

4. Exemple d'exécution :

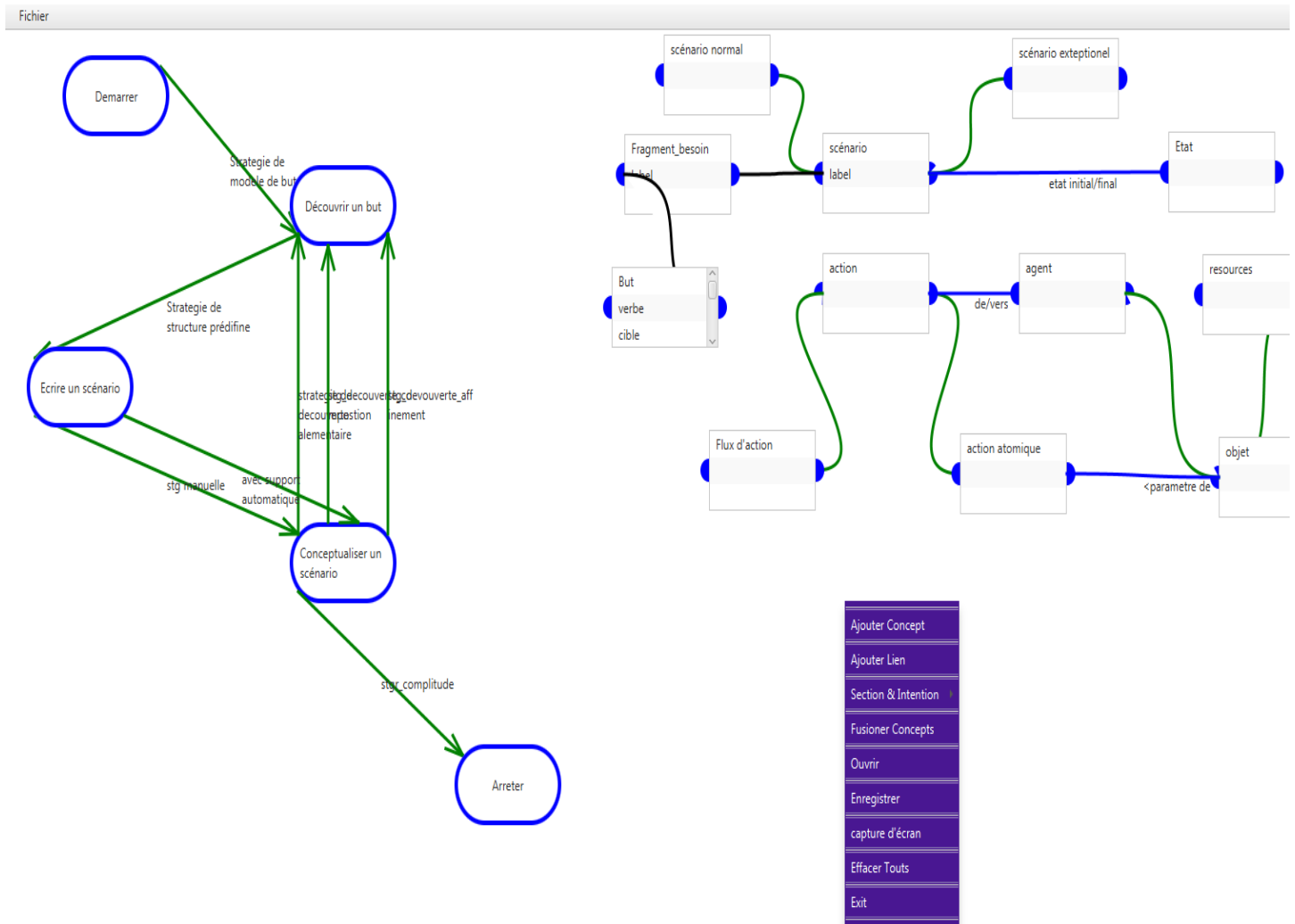


Figure 11 L'interface graphique d'outil

La figure 11 représente l'interface graphique de notre outil après l'importation d'un fragment de la méthode CREWS l'écritoire sous forme d'un méta-modèle de produit (à droite) et de processus (à gauche) qui sont déjà créés par l'outil, l'ingénieur de méthode peut importer l'un des fragments stockés dans la base des méthodes selon ses besoins.

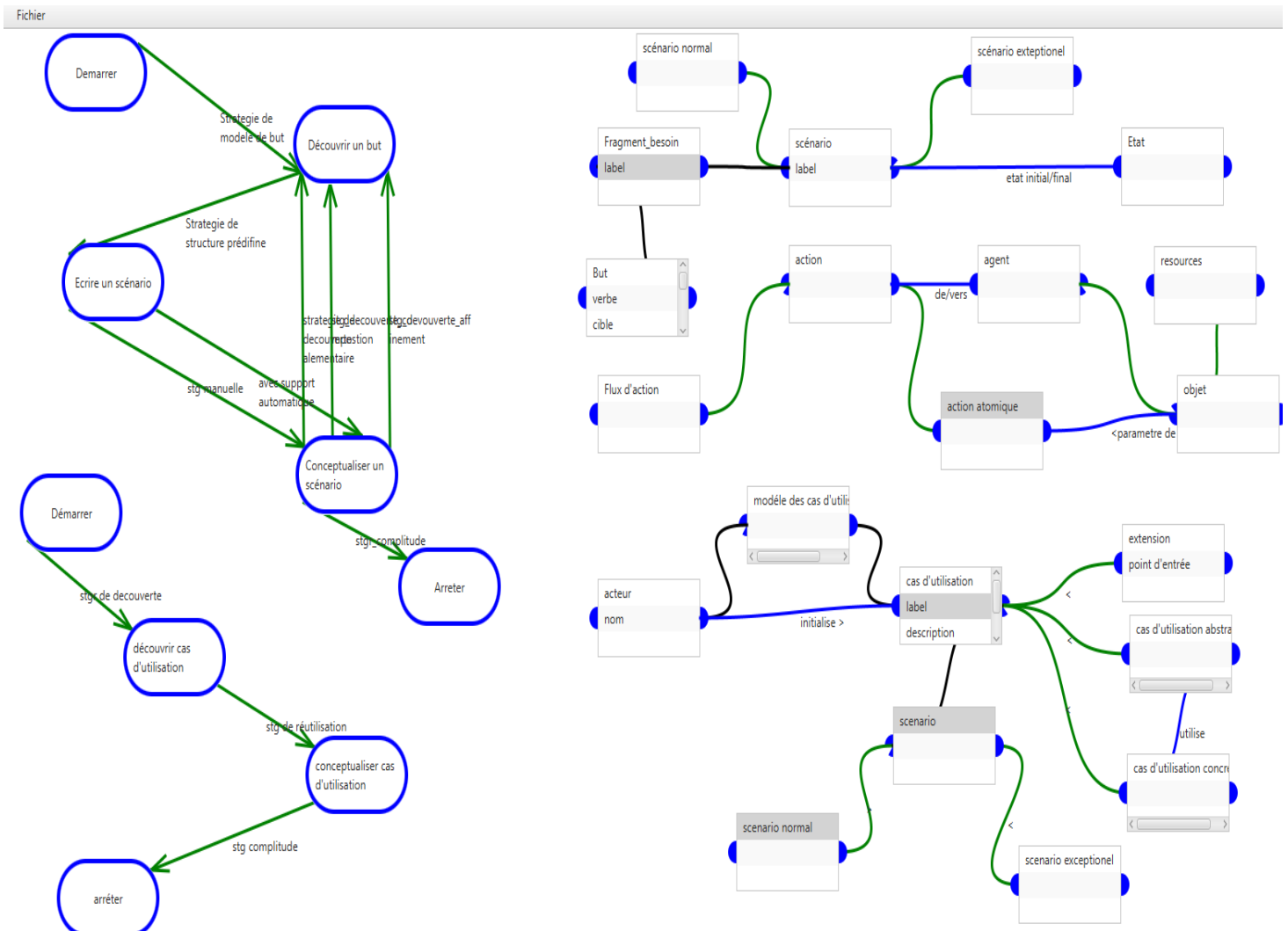


Figure 12 CREWS et OOSE

Dans la figure 12 on a importé un autre fragment de la méthode OOSE déjà créer par l'outil CAME et stocker dans la base de composantes sous forme d'un méta-modèle de produit et de processus afin d'assembler ses deux fragments par le fusion de ses modèles produit et processus pour construire une nouvelle méthode.

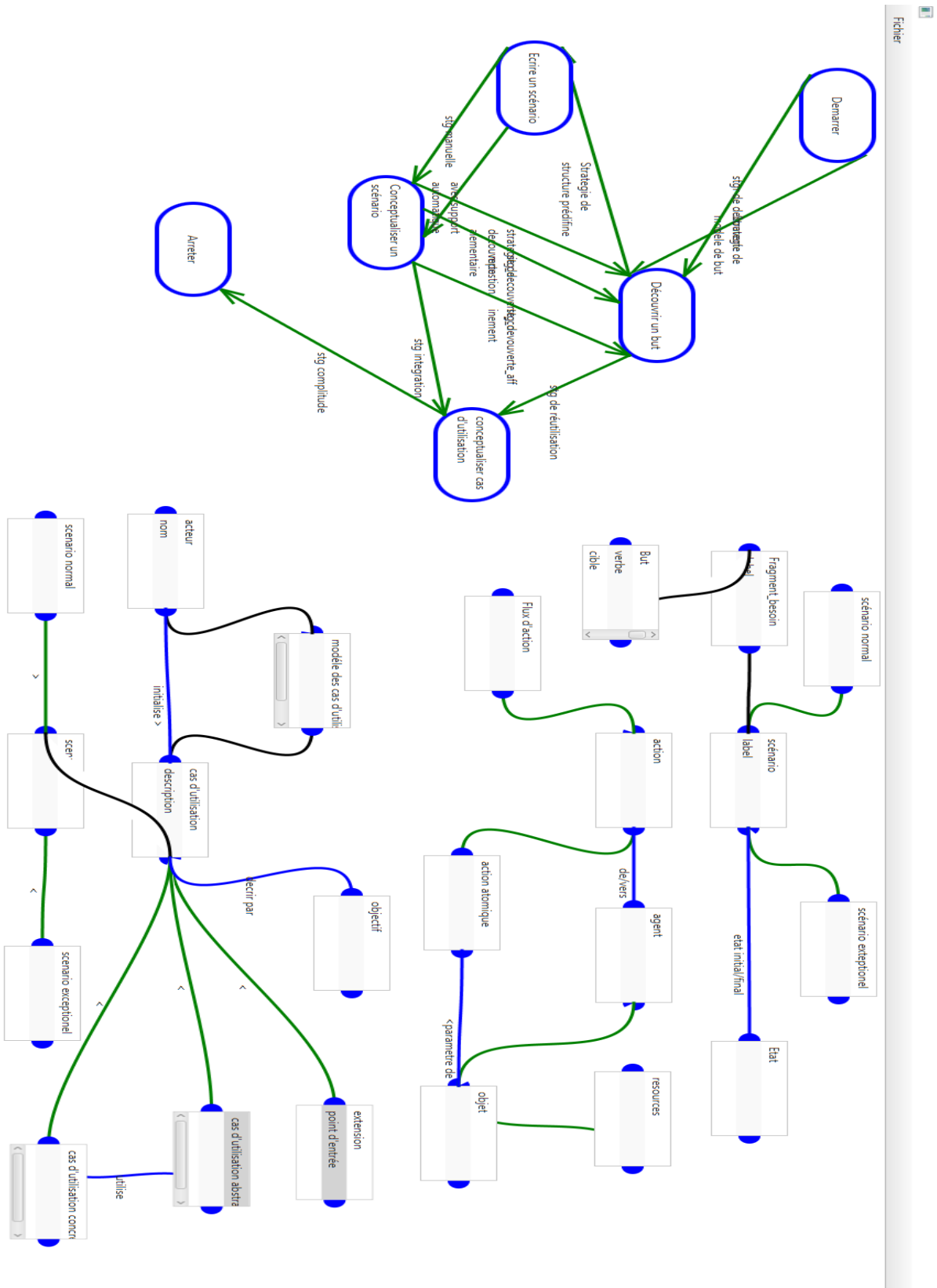


Figure 13 fusion de crews et oose

La figure 13 représente le résultat d'assemblage des deux méthodes OOSE et CREWS après la fusion de ces modèles processus et produit

5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons décrit la conception générale de notre outil,et nous avons donné une explication sur l'interface graphique de l'outil avec une exécution d'un exemple de notre choix pour illustrer le fonctionnement de cet outil.

CHAPITRE 4 : Conclusion

Dans ce mémoire nous avons voulu aider les ingénieurs des méthodes dans la création des nouvelles méthodes situationnelles par le développement de cet modeste outil informatique CAME

Cet outil se base sur la technique d'assemblages par intégration qui est la plus utilisée parmi les différentes technique de constructions des méthodes situationnelles.

On a essayé le maximum pour rendre cet outil le plus facile à utiliser avec une simple interface on augmentant la fiabilité et l'efficacité par l'utilisation du langage Java .

On a créé des fichiers de stockage personnalisé pour notre outil pour faciliter le partage et la modification des méthodes entre les différentes machines.

Pendant la réalisation de ce travail nous avons rencontré beaucoup de problèmes Parmi ces problèmes :

- La nature de ce domaine qui est très complexe et un peu récent et obscur.
- Le manque des sources .
- La difficulté de comprendre les différentes approches et techniques
- Le choix de la meilleure technique est difficile à cause des différents points de vue .
- Le problème de stockage des fragments dans la base des méthodes avec un modèle produit et de processus en même temps.
- Un des problèmes majeurs est d'offrir à l'utilisateur la possibilité de modifier et ajouter et supprimer les fragments en mode graphique qui nous a causés des problèmes pour trouver un moyen de l'accomplir,
- Le temps de réalisation n'est pas suffisant pour ce type de travail

Malgré ces problèmes nous avons réussi à réaliser ce travail qui va donner une contribution dans ce domaine même si il n'est pas complet et nécessite plus d'améliorations comme l'intégration des autres techniques de constructions des méthodes situationnelles.

Nous avons appris beaucoup de choses, dans le domaine de l'ingénierie de SI, l'ingénierie des méthodes et l'implémentation et la programmation des applications informatiques.

Tous ces acquis, on l'espère nous aideront à une éventuelle discipline de recherche.

Bibliographie:

- [0] Brian Henderson-Sellers , Jolita Ralyte, J. Agerfalk , Matti Rossi , *Situational Method Engineering*, Springer 2014
- [1] Rolland C. Rolland, O. Foucault, G. Benci , *Conception des systèmes d'information: La méthode REMORA*, Eyrolles, 1988
- [2] Booch G. Booch, *Object Oriented Analysis and Design with Applications*, Benjamin/Cummings, 1991.
- [3] Harmsen A.F. Harmsen, S. Brinkkemper, H. Oei, *Situational Method Engineering for Information System Projects*. In Olle T. W. and A. A. Verrijn Stuart (Eds.), *Methods and Associated Tools for the Information Systems Life Cycle*, Proceedings of the IFIP WG8.1 Working Conference CRIS'94, pp. 169-194, North-Holland, Amsterdam, 1994
- [4] J. Ralyte J. Ralyté, *Ingénierie des méthodes à base de composants*, Thèse de doctorat en informatique, Université Paris 1, 2001.
- [5] Brinkkemper S. Brinkkemper, M. Saeki, F. Harmsen, *A Method Engineering Language for the Description of Systems Development Methods*, Proceeding of CAiSE'01, pp. 473-476, 2001.
- [6] H.T. Punter, K. Lemmen, *The MEMA model : Towards a new approach for Method Engineering*, Information and Software Technology, Vol. 38, No.4, pp.295-305, 1996.
- [7] R.J. Welke, K. Kumar, *Method engineering : a proposal for situation-specific methodology construction*. Systems Analysis and Design : A Research Agenda, Cotterman and Senn (Eds.), Wiley, 1991.
- [8] Olle T. W. Olle, J. Hagelstein, I. MacDonald, C. Rolland, F. Van Assche, A. A. Verrijn-Stuart, *Information Systems Methodologies : A Framework for Understanding*, Addison Wesley (Pub.), 1988.
- [9] M. Saeki, *Toward Automated Method Engineering : Supporting Method Assembly in CAME*, Invited talk in the International Workshop on Engineering Methods to Support
- [10] N. Prakash, M. P. S. Bhatia, *Generic Models for Engineering Methods of Diverse Domains*, *Proceedings of CAISE'02*, Toronto, Canada, LNCS 2348, pp. 612, 2002
- [11] X. Song, L.J. Osterweil, *Towards objective, systematic, design-method comparison*, IEEE Software, Vol. 34, No.5, May, pp. 43-53, 1992.
- [12] K.A.M. Lemmen, S. Brinkkemper, *An approach to engineering situational methods by matching project situations to existing methods*. In Proceedings ISD'98 : Evolution and challenges in System Development, Zupancic et al. (eds.), Plenum Publishers, New York, pp. 247-259.
- [13] K. van Slooten, B. Hodes, *Characterising IS development project*, IFIP WG 8.1 Conference on Method Engineering, Chapman and Hall, pp 29-44, 1996.