Master 2 Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion d'Entreprise
parcours Agilité des Systèmes d'Information et E-business

Mémoire de recherche

Automatisation des tests d'acceptation à partir des exigences

---

Auteur :
Khaoula ZITOUN

Encadrant :
Pr. Pascal POIZAT

Version 1.0 du
18 juin 2018

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur Pascal Poizat, Professeur des Universités à l'université Paris Nanterre pour ses précieux conseils pour la rédaction de ce mémoire. Je le remercie également pour le temps qu'il m'a consacré à répondre à mes interrogations.

D'autre part, je souhaite remercier Khadija Machhout, Hajer Zitoun, Sana Zitoun et Adem Maadi pour leur soutien tout au long de cette dernière année de Master.

Je remercie aussi Adil Houssni et Jean-Christophe Claye de m'avoir accordé le temps et l'espace de travail nécessaire à la rédaction de cet écrit.

Enfin mes remerciements vont à l'équipe Europcar de Capgemini de m'avoir motivée pendant la rédaction de ce mémoire. Mention spéciale pour Sanae, Sebastien, Martin, Vincent, Nabil, Saâd, Abdoulaye et Edmond.

Table des matières

Table des figures

Introduction

Les projets informatiques sont généralement le résultat de l'implantation d'un ou de plusieurs besoins exprimés. Depuis 1994, les résultats du rapport CHAOS du Standish Group sont mis à jour chaque année et montrent les principales raisons d'échec et de succès d'un projet au sein d'un panel représentatif d'entreprises américaines. Les différentes études montrent que les projets qui se terminent dans le temps et le budget avec un périmètre fonctionnel livré conforme au périmètre initialement défini représentent 20%. Les projets qui se terminent en ayant respecté le temps ou le budget avec un périmètre fonctionnel livré légèrement différent du périmètre initial représentent 50%. Enfin les projets qui ont été abandonnés en cours de projet pour diverse raisons représentent 30%. Il est donc à souligner que le taux d'échec des projets reste important. Par ailleurs, ce rapport montre que parmi les facteurs d'échec, 44,1% d'entre eux sont relatifs au exigences (exigences incomplètes, manque d'implication des utilisateurs, changement sur les exigences et les spécifications). D'autre part, les facteurs de succès d'un projet relatifs aux exigences représentent 37,1% (implication des utilisateurs, définition claire des exigences, attentes réalistes) [Stéphane Badreau 2014]. Cette étude nous permet donc d'affirmer que l'implication des parties prenantes ainsi que la définition et la gestion des exigences jouent un rôle important dans l'avenir d'un projet.

L'implication des parties prenantes permet notamment de réduire l'écart qui existent entre celles-ci [Barret R.Bryant 2011]. En effet, un écart de communication entre les experts du domaine et les ingénieurs en logiciel a été observé [Troyer 2014], comme cela a été rapporté par des chercheurs. [C. Coulin 2005]. Définir des exigences pour ensuite les implanter peut donc devenir périlleux. Les experts domaines, n'ayant pas forcément des compétences techniques mais métier, et les ingénieurs en logiciel ayant des compétences techniques mais n'appréhendant pas entièrement tous les domaines, il est donc nécessaire de trouver un moyen de définir les exigences tout en s'assurant que les experts puissent les rédiger et les ingénieurs les comprendre.

D'après la définition du IEEE et du CMMi une exigence est : «

1. *Condition ou capacité nécessaire à un utilisateur pour résoudre un problème ou atteindre un objectif.*
2. *Condition ou capacité qui doit être assurée par un produit pour satisfaire à un contrat, une norme, une spécification ou à d'autres documents imposés formellement.*
3. *Une représentation documentée de cette condition ou capacité telle que définie en 1. ou 2.*

»

Il existe plusieurs niveaux d'exigences : les besoins des utilisateurs, les exigences métier qui sont définies à partir des besoins et les exigences produit qui traduisent la solution fonctionnelle et technique. De plus, il existe plusieurs types d'exigences : les exigences fonctionnelles, les exigences non fonctionnelles, les exigences de contrainte. Dans ce mémoire nous nous axerons sur les exigences fonctionnelles. Après avoir recueilli le besoin des utilisateurs il est important de définir les exigences.L'objectif de la définition des exigences est de les exprimer de manière compréhensible par tous [Conseil]. Les exigences sont exprimées de différentes manières mais pas toujours compréhensibles par tous. Une solution à cette problématique est l'ingénierie des domaines. Cette dernière est un élément clé pour que l'ingénierie des exigences soit efficace [Barret R.Bryant 2010].

La spécification des exigences liées au domaine nécessite un langage d'exigences propre au domaine : les Domain Specific Requirement Language (DSRL). Ces langages permettent de spécifier les exigences en terme d'abstractions de domaine d'application. [Barret R.Bryant 2010] Certaines approches sont génériques et sont des solutions à de nombreuses problématiques générales de certains domaines. Il arrive toutefois que ces approches ne répondent pas à des problèmes spécifiques à un domaine.*Une approche spécifique fournit une bien meilleure solution pour un ensemble plus restreint de problèmes* [Arie van Deursen 2000]. Les Domain Specific Model rendent la modélisation des exigences moins compliquée et réduit l'effort d'apprentissage pour les scientifiques et favorise le génie logiciel dans les projets [Barret R.Bryant 2011].

«*Le but de l'ingénierie de domaine est d'identifier, de modéliser, de construire, de cataloguer et de diffuser des artefacts qui représentent les points communs et les différences au sein d'un domaine [Iris Reinhartz-Berger 2011, Arie van Deursen 2000].*». La modélisation de ces artefacts peuvent se faire de différentes façons : par des diagrammes UML, SysML,les DSL (Domain Specific Language), etc que nous présenterons dans la première partie de ce mémoire.

Bien qu'il existe des méthodes pour modéliser le domaine métier qui nous permettrait de définir les exigences fonctionnelles, il n'en reste pas moins que des tests d'acceptation sont nécessaires pour assurer la satisfaction du client. Ces tests sont souvent créés en fonction d'une spécification des exigences et servent à vérifier que les obligations contractuelles sont respectées [Maurer 2004]. Il semble nécessaire de déterminer comment valider des exigences orientées domaine en passant par les tests. Il existe beaucoup de recherches et d'implantations d'outils sur des tests basés sur des modèles, la dérivation de tests à partir d'un modèle [Felderer 2010]. Dans ce document nous nous intéresseront aux tests relatifs à la recette tels que les tests d'acceptation, appelés aussi tests fonctionnels. Les tests d'acceptation peuvent être spécifiés de plusieurs façons : depuis les user stories basées sur la compréhension de textes suivis jusqu'aux langages formels. Parce que l'exécution des tests d'acceptation est longue et coûteuse, il est hautement souhaitable d'automatiser ce processus. *L'automatisation des tests d'acceptation donne une réponse objective lorsque les exigences fonctionnelles sont remplies [Maurer 2004].* La définition des exigences fonctionnelles et la vérification de ces dernières jouent donc un rôle important dans la réussite d'un projet. Nous souhaitons donc dans ce mémoire répondre à la problématique

suivante :

Comment à partir d'une spécification d'exigences générer des tests d'acceptation en mettant le domaine métier au coeur de la démarche ?

Chapitre 1

Etat de l'art

Dans cette section de ce mémoire, nous allons tout d'abord présenter les éléments existants permettant à partir d'exigences fonctionnelles de procéder aux tests d'acception. Nous présenterons les outils qui existent sur le marché qui tentent d'automatiser ce processus. Puis dans une seconde partie nous présenterons les différentes façons de modéliser des exigences fonctionnelles de sorte à pouvoir générer des tests d'acceptation. Enfin dans la dernière partie de ce chapitre nous proposerons, compte tenu des éléments précédemment présentés, une ébauche de solution à notre problématique que nous présenterons plus en détail dans le second chapitre de ce document.

1.1 Workflow général et Critères de comparaison

Les modèles de gestion de projets les plus répandus sont le cycle en V et la méthode agile scrum. Dans ces modèles, le besoin est recueilli, les exigences sont définies, vérifiées et testées. Dans le cycle en V schématisé dans la figure 1.1, nous nous intéressons aux phases **Analyse des besoins**, **Spécifications**, **Recette** et **Test de validation**. Dans la méthode agile scrum, nous nous intéressons au contenu du product backlog, au contenu du sprint backlog et des user stories car ces étapes représentent **la définition des exigences et les tests à réaliser à la fin de chaque sprint**. En combinant les deux méthodes et en ne ciblant que les phases projet qui nous intéressent, à savoir **les phases d'analyse et de test**, nous proposons de considérer comme workflow génériques, celui du cycle en V et de la méthode Scrum.

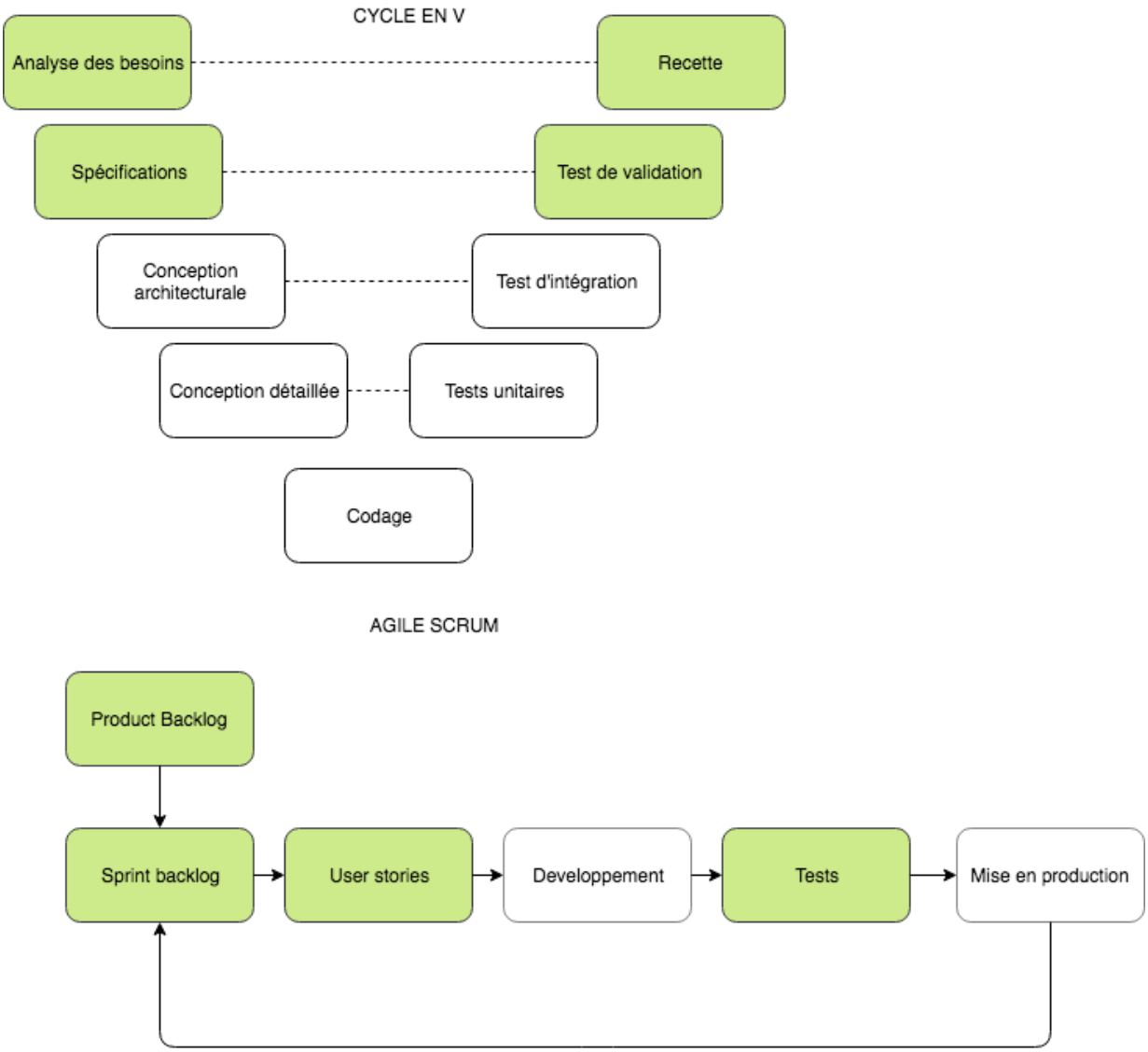


FIGURE 1.1 – Phases ciblées dans ce mémoire

Dans cet état de l'art, nous comparerons et analyserons les différents outils et méthodes qui répondent entièrement ou partiellement à notre problématique selon les critères suivants :

Description des critères de comparaison
Les exigences peuvent être écrites par n'importe quelle partie prenante
Les exigences peuvent être lues par n'importe quelle partie prenante
Les spécificités fonctionnelles du domaine peuvent être correctement exprimées
Les exigences sont exprimées de façon à pouvoir générer des tests clairs
Il existe un moyen d'automatiser les tests
Les tests automatisables sont des tests d'acceptation
Le resultat des tests est disponible au niveau des exigences

1.2 Présentation de l'existant

1.2.1 Processus

1.2.1.1 Des exigences aux tests

Il existe plusieurs outils sur le marché qui permettent aux clients de renseigner les tests d'acceptation à dérouler ainsi que les résultats attendus pour satisfaire les exigences. Parmi ces outils, HP ALM (Application Lifecycle Management) anciennement Quality Center. Il existe d'autres outils relativement similaire à HP ALM mais nous décidons de présenter celui-ci car nous avons récemment eu l'occasion de travailler avec au sein de Capgemini pour un client.

1.2.1.1.1 HP Application Lifecycle Management (ALM)

Cet outil permet la collaboration des différentes parties prenantes. En effet, les chefs de projets peuvent planifier le projet en déterminant le nombre le périmètre de cycles de releases, la spécification des exigences est également réalisée par les business analystes, les testeurs peuvent dérouler les tests, etc. Tout ceci permet d'avoir une vision globale du projet. La figure 1.2 représente une instance des parties que nous avons ciblées du cycle en V.

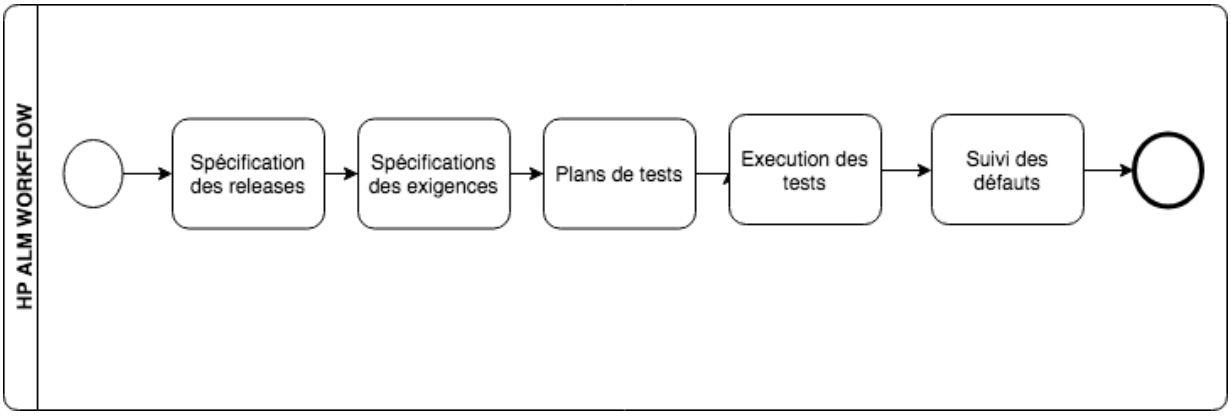


Figure 1.2 – Workflow BPMN de HP ALM

La rédaction des exigences et des plans de tests se fait manuellement, en langage naturel. Les personnes en charge de dérouler les plans de test lisent les différentes étapes, les exécutent et comparent les résultats obtenus aux résultats attendus.

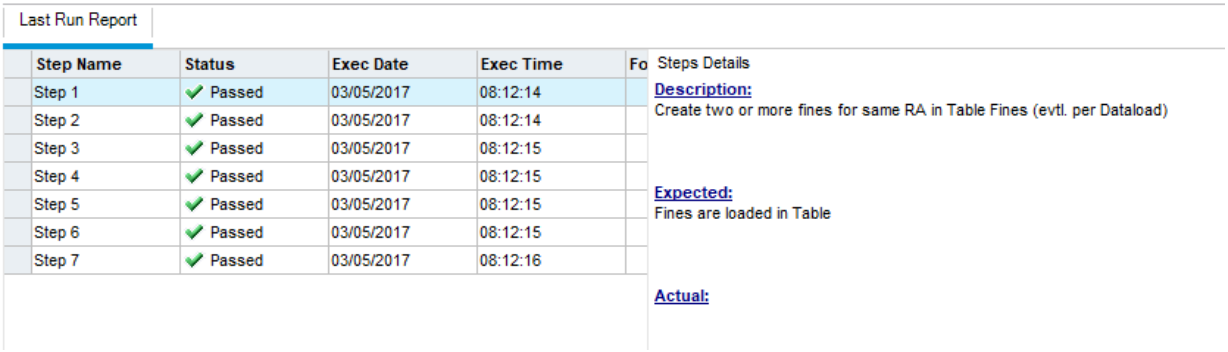


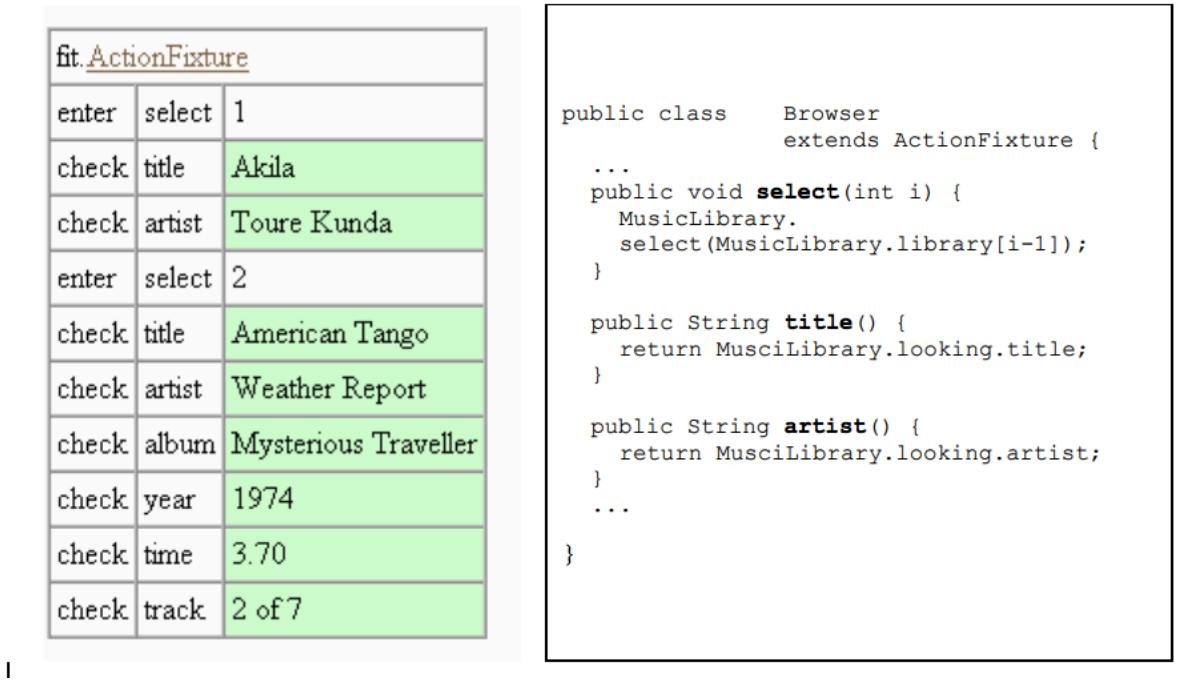
FIGURE 1.3 – Exemple d'un rapport de run de tests d'un projet sur lequel nous avons travaillé

Lorsqu'un comportement anormale est détecté pendant les tests, un "defect" est créé pour tracker le défaut de l'application.

Bien que ce type d'outil permette d'avoir une visibilité entre les exigences et le résultat des tests il n'en reste pas moins qu'il n'existe pas d'automatisation des tests à partir des exigences.

1.2.1.1.2 Framework For Integrated Test (FIT)

Des frameworks comme FitNess[fit] basés sur FIT (Framework For Integrated Test) tentent de répondre à la problématique de l'automatisation des tests à partir des exigences. FIT est un moteur qui traite chaque table qui représente les exigences en utilisant le code fixture à laquelle la table correspond.*«Une fixture est un morceau de code qui permet de fixer un environnement logiciel pour exécuter des tests logiciels. Cet environnement constant est toujours le même à chaque exécution des tests. Il permet de répéter les tests indéfiniment et d'avoir toujours les mêmes résultats [Pautard].»* Le framework Fitness permet d'afficher les résultats de ces derniers. Les tests FIT sont donc des représentations tabulaires des exigences. A partir de ces tables, des tests sont générés [Maurer 2004].Les attentes des clients sont comparés aux résultats réels. [fit]



fit.ActionFixture		
enter	select	1
check	title	Akila
check	artist	Toure Kunda
enter	select	2
check	title	American Tango
check	artist	Weather Report
check	album	Mysterious Traveller
check	year	1974
check	time	3.70
check	track	2 of 7

```
public class    Browser
                extends ActionFixture {
  ...
  public void select(int i) {
    MusicLibrary.
    select(MusicLibrary.library[i-1]);
  }

  public String title() {
    return MusciLibrary.looking.title;
  }

  public String artist() {
    return MusciLibrary.looking.artist;
  }
  ...

}
```

FIGURE 1.4 – Exemple d'une table FIT et de la fixture générée

FitNess permet d'écrire et de lire les exigences de façon simplifiée mais pas simple. Les tests sont facilement mis en oeuvre par les développeurs d'après l'article [Maurer 2004]. Cependant *«Pour rédiger une série complète de tests, il est souhaitable d'acquérir des connaissances et de l'expérience dans les domaines du test et de l'ingénierie logicielle (par exemple, un ingénieur en assurance qualité pourrait travailler en étroite collaboration avec le client).»*. FitNess permet également de générer des tests automatiquement. Toutefois, FIT ne semble pas gérer toutes les exigences : un article [Maurer 2004] montre que l'hypothèse selon laquelle 100% des exigences implémentées auraient des tests FIT correspondants est erronée. Les informations non pertinentes sont plus difficiles à inclure dans des tableaux bien structurés que dans des documents rédigés en prose.

Bien que chacun des éléments présentés présentent certains avantages, il n'en reste pas moins que les problèmes liés au domaine métier et à l'automatisation ne sont pas correctement ou entièrement appréhendés. Nous proposons dans un premier temps de scinder la problématique en deux phases. La première phase consiste en la modélisation des exigences. Et la seconde phase consiste en l'automatisation de celles-ci à partir de leur modélisation.

1.2.2 Modélisation des exigences

Nous avons vu dans la section précédente que les processus permettant de passer des exigences aux tests étaient insuffisants du point de vue de notre problématique. Nous proposons de présenter dans un premier temps différentes manières de modéliser les exigences fonctionnelles. Un modèle est une représentation abstraite de la réalité. Un outil est un formalisme, une

langue permettant d'exprimer un modèle. Une exigence peut être décrite par plusieurs modèles. Par conséquent, nous proposons de comparer les différents modèles selon les critères suivants :

1. La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence
2. La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante
3. La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence
4. La modélisation doit permettre de générer des tests
5. Les tests générés doivent être des tests fonctionnels
6. N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.
7. Le domaine est au coeur de la modélisation

Nous proposons un cas pratique pour pouvoir comparer les outils : une application pour réserver une table à un restaurant depuis son téléphone.

1.2.2.1 Modélisation structurelle

1.2.2.1.1 Le diagramme entité association

Ce diagramme représente graphiquement des entités et les interactions entre elles à travers des relations (ou associations). Une entité est un objet comme par exemple "Utilisateur", "Restaurant",etc. Il est souvent utilisé pour modéliser les relations entre les tables d'une base de données. Il repose sur différents concepts : les entités, les associations, les attributs d'entités ou d'association et les cardinalités. Ce modèle permet d'identifier et de caractériser les objets du domaine et d'établir leurs liens.

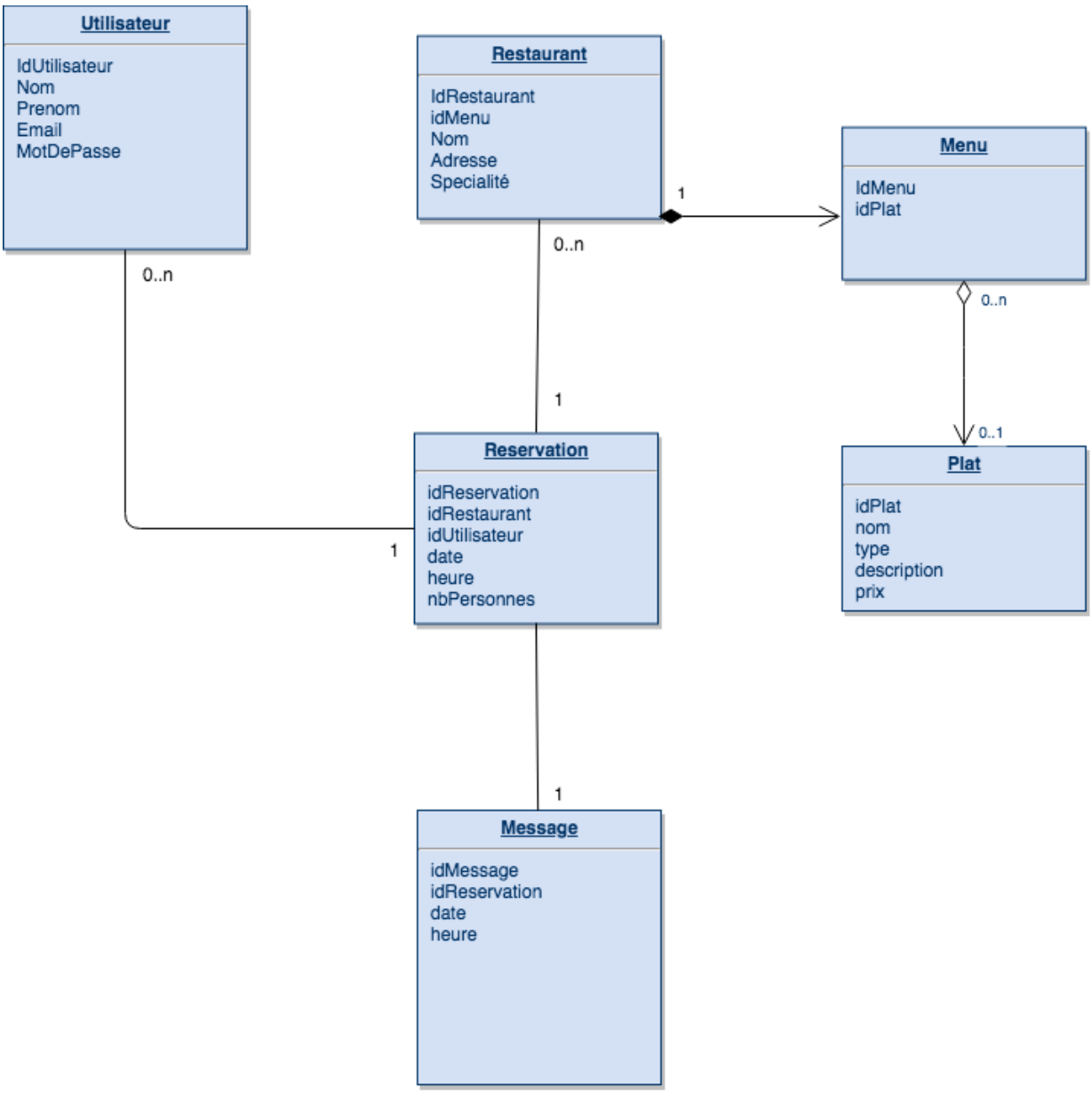


FIGURE 1.5 – Diagramme entité/association de notre cas

Si nous comparons ce diagramme à notre grille d'exigences, nous notons qu'il permet d'exprimer des exigences fonctionnelles mais de façon incomplète. En effet, dans ce diagramme, il n'y a aucune précision quant à comment se connecter, sur les conditions d'annulation, sur la façon dont le restaurant doit recevoir sa réservation, etc. De plus, ce diagramme est facilement lisible par tout le monde, et le temps d'apprentissage pour produire ce type de diagramme semble acceptable au vu de sa simplicité. Toutefois, ce type de diagramme ne permet pas de générer des tests et les représentations graphiques proposées ne sont pas orientées domaine.

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	NON
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	OUI
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	OUI
La modélisation doit permettre de générer des tests	NON
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	NON
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	OUI
Le domaine est au coeur de la modélisations	NON

TABLE 1.1 – Évaluation du diagramme entité-association selon les critères défini

1.2.2.1.2 Le diagramme de classe

Ce diagramme représente les classes et les interfaces ainsi que les relations entre elles. Une classe est représentée par un rectangle, possède des attributs, une visibilité, une multiplicité. Les classes peuvent hériter l'une de l'autre, s'agréger ou l'une peut composer l'autre.

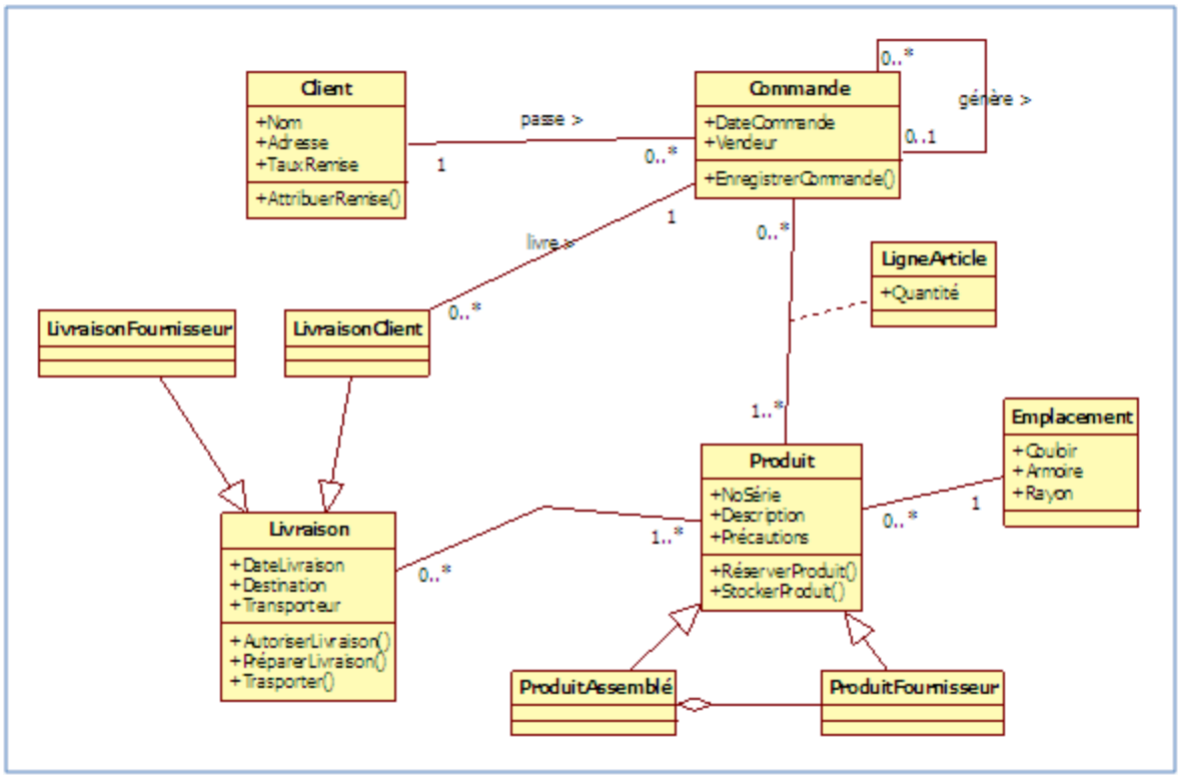


FIGURE 1.6 – Exemple de diagramme de classe

Bien que ce diagramme offre un niveau de détail plus important que le diagramme d'utilisation concernant le comportement de la solution, il reste toutefois que la notation n'a aucun lien avec le domaine. D'autre part, un diagramme de classe ne semble pas être simple pour toutes les parties prenantes.

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	NON
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	OUI
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	OUI
La modélisation doit permettre de générer des tests	NON
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	NON
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	OUI
Le domaine est au coeur de la modélisations	NON

TABLE 1.2 – Évaluation du diagramme de classe selon les critères défini

1.2.2.1.3 Les diagrammes de flux de données

Ce diagramme popularisé à la fin des années 1970 permet de représenter graphiquement comment l'information circule dans un processus ou un système.Ce type de diagramme est composé de :

- Flux de données avec des étiquettes
- Des transformations de données (en cercle ou bulles) pour schématiser les processus
- Des magasins de données (lignes horizontales parallèles)
- Entités extérieures au système (rectangles)

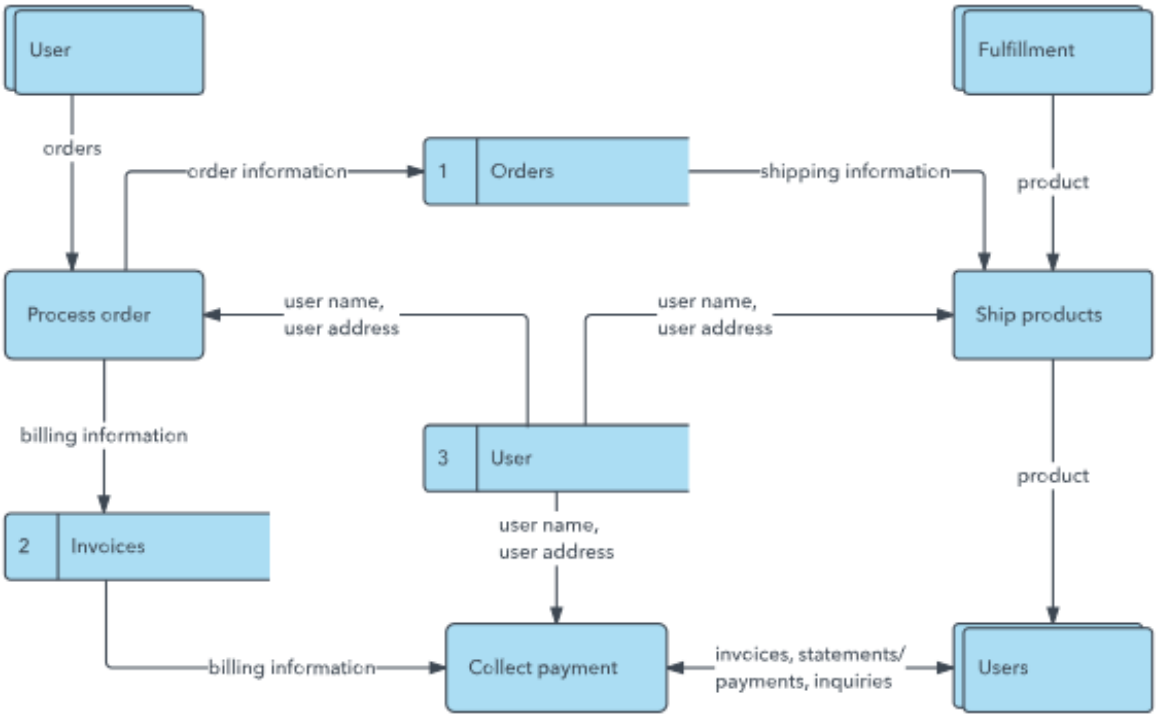


FIGURE 1.7 – Exemple de diagramme de flux de données

Les diagrammes de flux de donnée proposent des niveaux de détail numérotés 0, 1 ou 2 et vont parfois jusqu'à 3 ou plus.

Niveau 0

Ce diagramme est appelé diagramme de contexte. Il représente une vue globale du système, montrant un processus unique de haut avec ses relations externes. Ce diagramme est généralement compréhensible par toutes les parties prenantes mais de part son aspect général ne fournit pas assez de détails pour spécifier des tests d'acceptation.

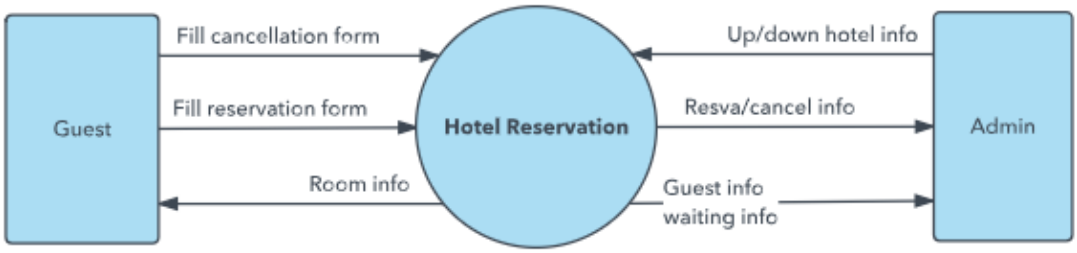


FIGURE 1.8 – Exemple de DFD de niveau 0

Niveau 1

Ce diagramme fournit des détails aux diagramme de context. Les fonctions principales du système sont mises en évidence. Le processus unique est découpé en sous processus.

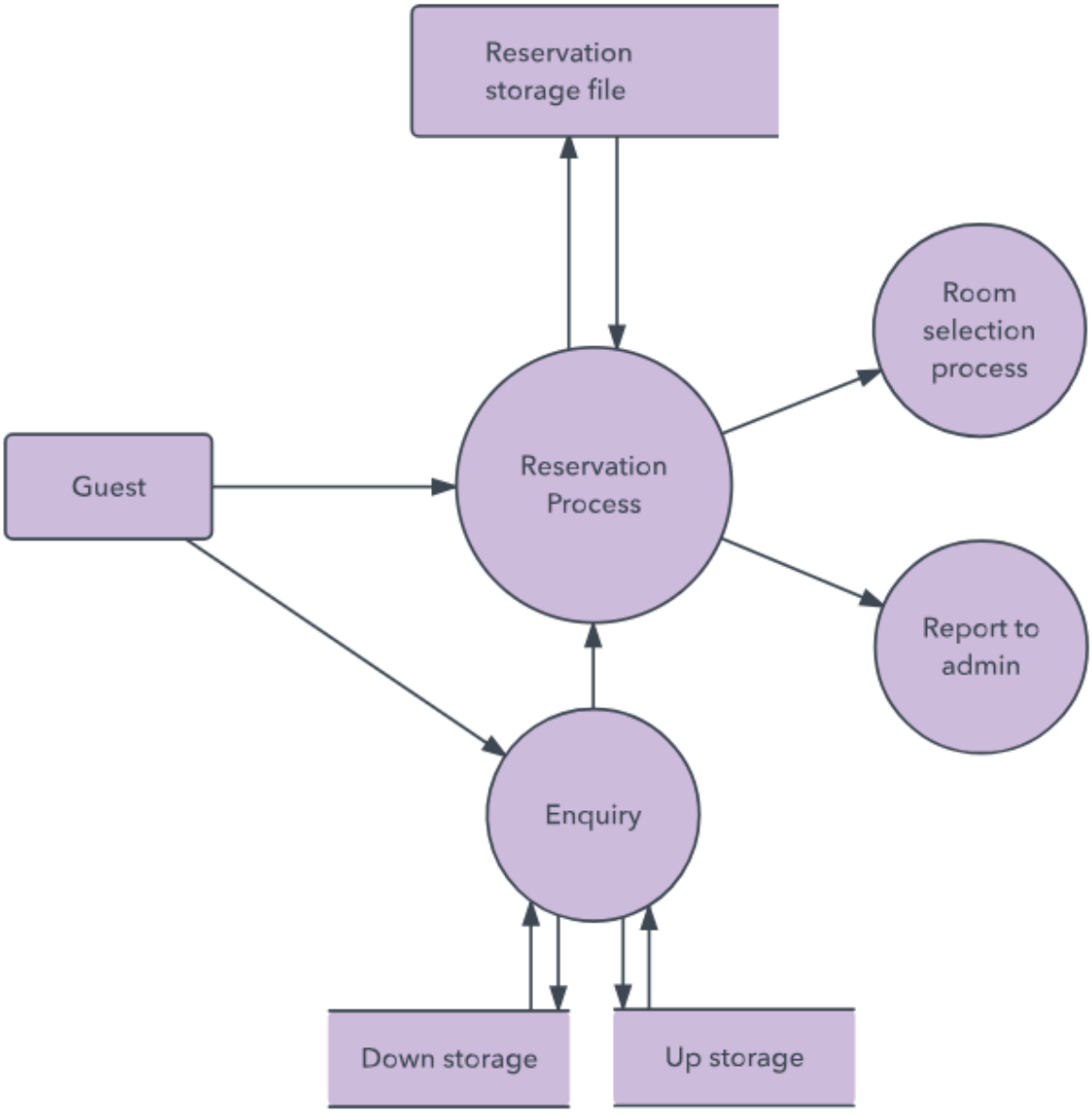


FIGURE 1.9 – Exemple de DFD de niveau 1

Niveau 2

Ce diagramme entre encore plus en détail dans la description des processus.

Les niveaux de détails 3 et 4 sont possibles à mettre en place mais restent assez rares.

Avec un diagramme assez détaillé, les développeurs peuvent l'utiliser pour commencer à rédiger du pseudocode. Un DFD peut fournir un bon point de départ pour modéliser les exigences mais lors du système réel, il n'est pas suffisant pour les testeurs. Les DFD sont même moins précis que le langage naturel pour les développeurs. Ce type de modélisation est intéressant pour

visualiser les fonctions et les interfaces mais n'est pas suffisant pour éliciter correctement une exigence. [Elizabeth Hull 2010]

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	NON
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	OUI
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	OUI
La modélisation doit permettre de générer des tests	NON
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	NON
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	NON
Le domaine est au coeur de la modélisations	NON

TABLE 1.3 – Évaluation du diagramme de flux de données selon les critères défini

Les modélisations qui représentent une vue beaucoup trop globale et seulement structurelle des exigences semblent ne pas être suffisantes pour remplir tous les critères que nous avons défini. Il semble également nécessaire de représenter le comportement des exigences, d'ajouter une partie dynamique à l'expression de ces exigences.

1.2.2.2 Modélisation comportementale

1.2.2.2.1 Le diagramme de cas d'utilisation

Ce diagramme permet de décrire les différents acteurs du système et les fonctionnalités que chacun d'entre eux doit pouvoir réaliser. Chaque fonctionnalité est généralement représentée par un ovale dans lequel l'action est décrite. Les traits entre les acteurs et les cas d'utilisations sont des associations et/ou des inclusions.

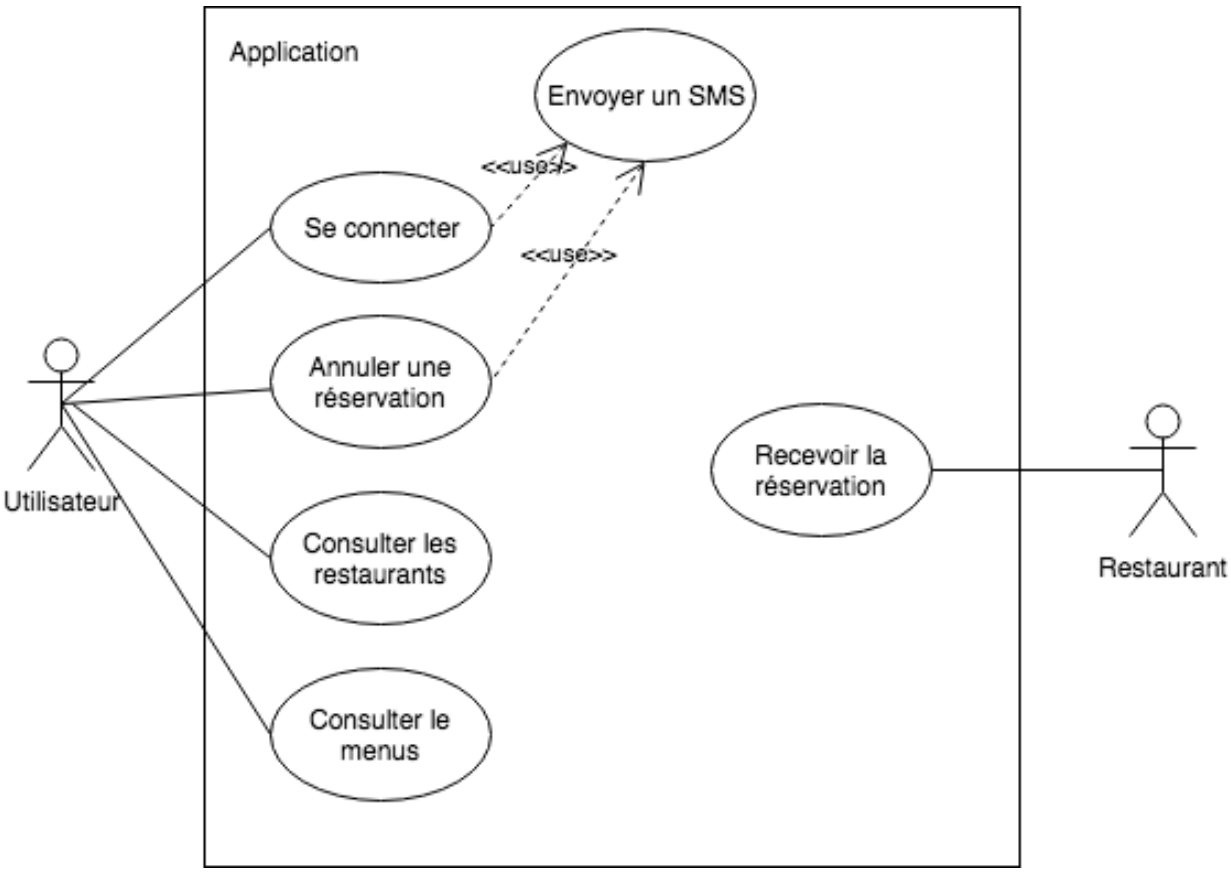


FIGURE 1.10 – Diagramme de cas d'utilisation de notre cas

Ce diagramme permet d'avoir une vision très global de ce que doit pouvoir faire un acteur mais ne prend pas en compte les différents scénarios qui peuvent exister et qui peuvent être en eux même des exigences à spécifier.

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	NON
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	OUI
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	OUI
La modélisation doit permettre de générer des tests	NON
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	NON
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	OUI
Le domaine est au coeur de la modélisations	NON

TABLE 1.4 – Évaluation du diagramme d'utilisation selon les critères défini

1.2.2.2.2 Le scénario

Le scénario est une description textuelle d'un cas d'utilisation. Décrire un cas d'utilisation permet notamment de déterminer quelle action arrive avant ou après une autre action, de bien comprendre comment la fonctionnalité doit se dérouler ou encore de connaître les contraintes relatives à ce cas. Un scénario est représenté par une fiche descriptive composé de l'identification, de la description du scénario, la et les post-conditions et les compléments.

Cas n° 1

Nom : Consulter catalogue produit (package « Gestion des achats »)
Acteur(s) : Acheteur (client ou commercial)
Description : La consultation du catalogue doit être possible pour un client ainsi que pour les commerciaux de l'entreprise.
Auteur : Carina Roels
Date(s) : 10/11/2013 (première rédaction)

Pré-conditions : L'utilisateur doit être authentifié en tant que client ou commercial (Cas d'utilisation « S'authentifier » - package « Authentification »)
Démarrage : L'utilisateur a demandé la page « Consultation catalogue »

Figure 1.11 – Exemple de fiche descriptive d'une scénario

Avec ce type de fiches descriptive que l'on peut standardiser, nous avons un début de formalisme d'une exigence. Toutefois, la description de l'exigence reste purement textuelle. Il est donc compliqué à partir de cette fiche de générer entièrement un test. Il existe une façon plus schématique et moins textuel de représenter un scénario : le diagramme de séquence.

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	OUI
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	OUI
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	OUI
La modélisation doit permettre de générer des tests	NON
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	NON
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	OUI
Le domaine est au coeur de la modélisations	OUI

TABLE 1.5 – Évaluation du scénario selon les critères défini

1.2.2.2.3 Le diagramme de séquence

Le diagramme de séquence permet de décrire de façon détaillée les interactions entre les différentes instances du système pour un scénario d'utilisation donné.

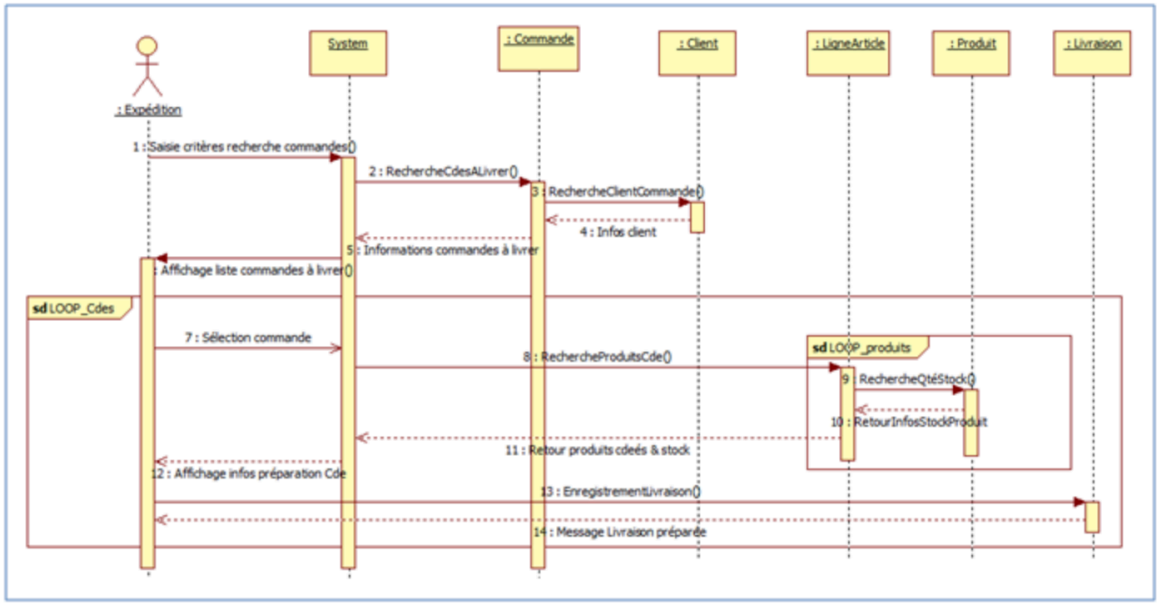


FIGURE 1.12 – Exemple de diagramme de séquence

Il existe plusieurs approches qui ont été développées dans plusieurs articles de recherches pour générer et dériver des cas de tests à partir d'un diagramme de séquence. [M. Dhineshkumar 2014, Vikas Panthi 2012]

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	OUI
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	NON
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	NON
La modélisation doit permettre de générer des tests	OUI
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	OUI
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	OUI
Le domaine est au coeur de la modélisations	NON

TABLE 1.6 – Évaluation du diagramme de séquence selon les critères défini

1.2.2.2.4 Le diagramme d'activité

Ce diagramme décrit le déroulement des différentes actions successives d'un système sans utiliser les objets ce qui permet plus de clarté pour les clients qui ont une vision domaine et non technique.

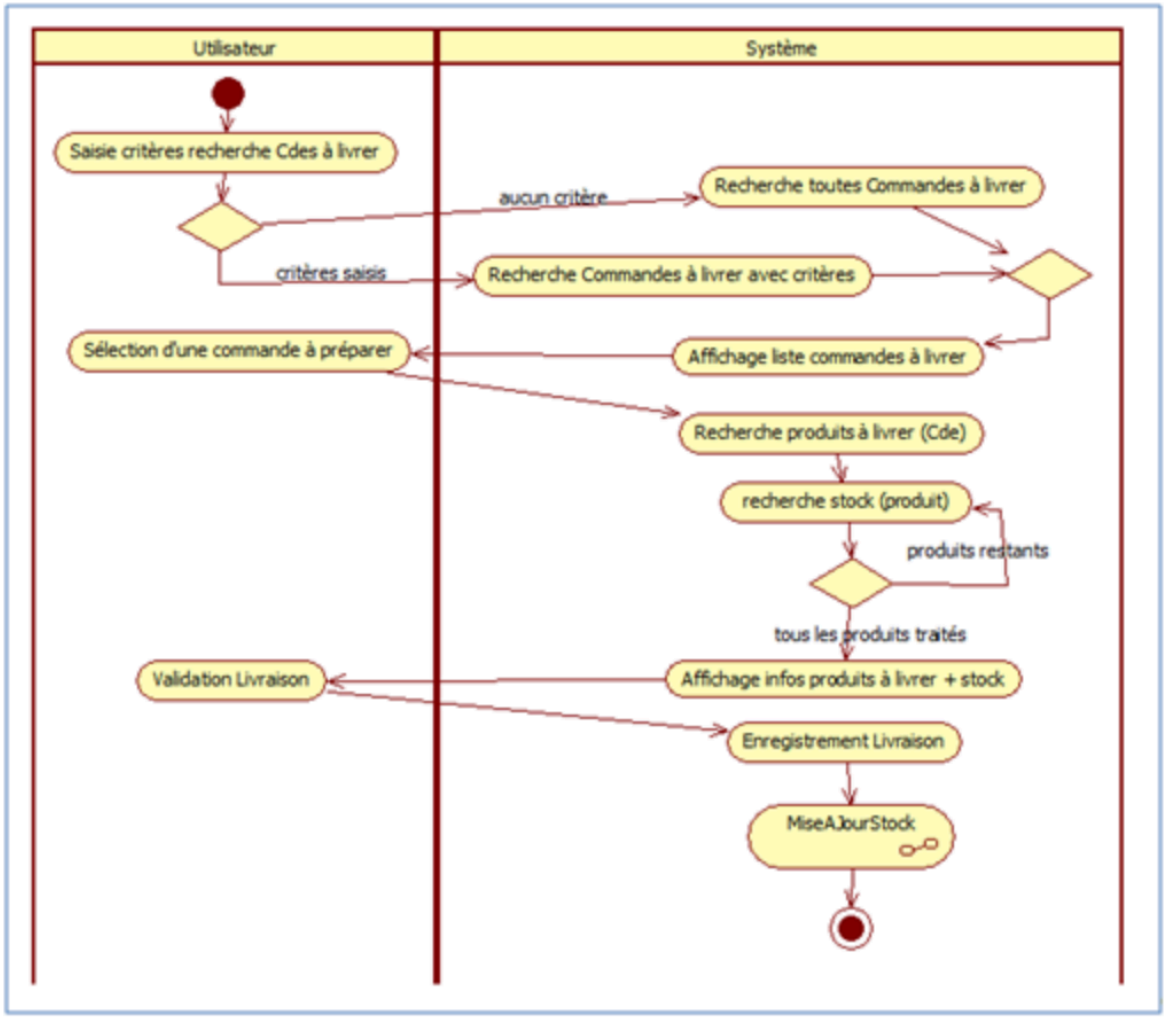


FIGURE 1.13 – Exemple de diagramme d'activité

Des approches ont également été proposées [Kundu 2008] pour générer des cas de test à partir de ce types de diagrammes.

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	OUI
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	OUI
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	NON
La modélisation doit permettre de générer des tests	OUI
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	OUI
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	OUI
Le domaine est au coeur de la modélisations	NON

TABLE 1.7 – Évaluation du diagramme d'activité selon les critères défini

1.2.2.2.5 SysML : le diagramme d'exigence

SysML doit permettre à des acteurs de corps de métiers différents de collaborer autour d'un modèle commun pour définir un système. [sys].A l'instar d'UML, SysML est un langage constitué de plusieurs diagrammes. La majorité de ces derniers sont communs à UML. Par conséquent, nous présenterons dans cette sous partie que le diagramme d'exigences.Il s'agit d'un diagramme qui décrit les fonctions du logiciel. Il décrit les spécifications fonctionnelles.

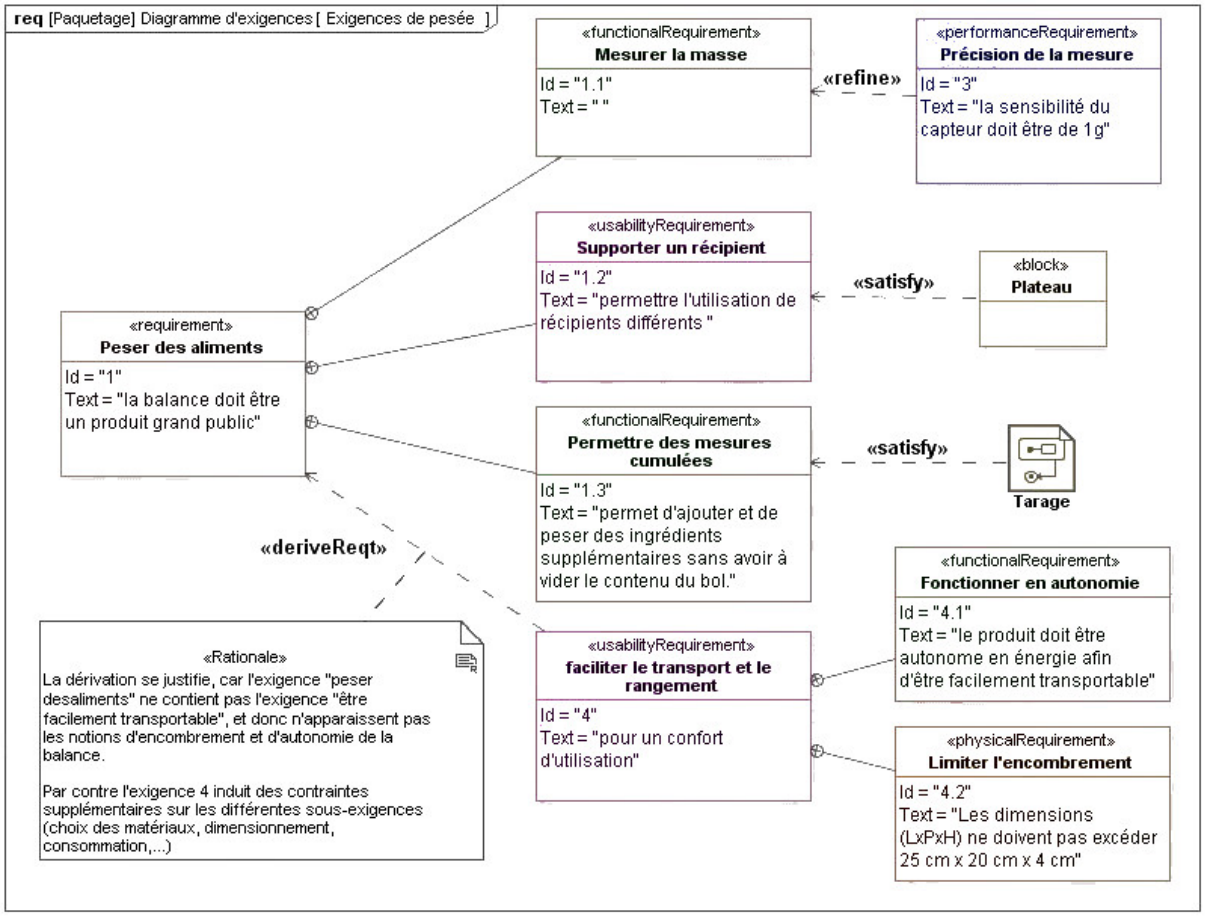


FIGURE 1.14 – Exemple de diagramme d'exigences [DIDIER FAGNON]

Bien qu'il soit possible d'importer ce diagramme dans des outils d'automatisation de test pour générer des scripts exécutables de test, il n'en reste pas moins que comme pour UML les spécificités du domaine et le langage utilisé n'est pas simple d'utilisation pour toutes les personnes impliquées dans le projet.

Critère	Répond au critère
La modélisation doit pouvoir exprimer l'exigence	OUI
La modélisation doit être lisible par n'importe quelle partie prenante	NON
La modélisation doit pouvoir être écrite par les personnes qui expriment l'exigence	NON
La modélisation doit permettre de générer des tests	OUI
Les tests générés doivent être des tests fonctionnels	OUI
N'importe quel domaine peut modéliser avec cet outil.	OUI
Le domaine est au coeur de la modélisations	NON

TABLE 1.8 – Évaluation du diagramme d'exigences selon les critères défini

1.2.2.3 Les méthodes formelles

1.2.2.3.1 Les Réseaux de Petri

«Les réseaux de Pétri sont un outil graphique et mathématique qui s'applique à un grand nombre de domaine où les notions d'évènements et d'évolutions simultanées sont importantes» [Valette 2000] Avec ce type de modélisation il est possible de générer des tests, notamment à partir des réseaux de pétri haut niveau comme les modèles de test [Xu 2011]. Bien que des tests puissent être générés ce type de modélisation est difficilement lisible et difficile à écrire pour les experts métier notamment.

1.2.2.3.2 La méthode B

La méthode B permet de modéliser les spécifications de manière abstraite. A l'instar des réseaux de Pétri, cette modélisation est beaucoup trop complexes pour les différentes parties prenantes.

Malgré la possibilité à partir des méthodes formelles de générer des cas de tests, il n'en reste pas moins que ces méthodes ne sont pas adapté à la compréhension de tous.

1.2.2.4 Les Domain Specific Languages

Au delà de la capacité pour un type de modélisation à générer des tests, il important que toutes les exigences fonctionnelles puissent être correctement modélisées. Nous avons vu que les modélisations comme UML ou encore les diagrammes de flux permettent d'avoir une vision globale et/ou détaillée des exigences. Toutefois, le formalisme de ces diagrammes imposent des notations, des abstractions et conception. Or, certains domaines nécessitent une flexibilité quant à l'expression des exigences fonctionnelles. De plus, ces modélisations sont souvent pas les meilleures pour les utilisateurs finaux désirant une notation plus familière [Barret R.Bryant 2010].

En effet, UML peut être difficile à appréhender pour les clients. Cette sous partie présente les DSL qui sont des langages de modélisations spécifiques à un domaine. Avec ces langages déclaratifs [Arie van Deursen 2000] il est possible d'une part de fournir des abstractions au niveau du domaine et d'autre part de permettre aux clients d'exprimer les exigences avec un langage dédié à leur domaine qui leur est compréhensible.

Un langage spécifique au domaine (DSL) est un langage de programmation ou un langage de spécification exécutable qui offre, par des notations et des abstractions appropriées, un pouvoir expressif axé sur, et généralement restreint à, un domaine particulier de problème [Arie van Deursen 2000].

Les DSL ont de nombreux avantages pour la modélisation des exigences. Tout d'abord ils permettent une facilité d'utilisation et une meilleure expressivité par rapport aux modélisations à usage général. Ils permettent aux experts domaine de comprendre, valider, modifier et même parfois programmer les programmes [Arie van Deursen 2000, Barret R.Bryant 2010]. Les DSL offrent également l'avantage d'écrire des exigences précises et indépendantes des plate formes [Barret R.Bryant 2010].D'autre part, les DSL améliorent la testabilité en suivant des approches telles que citées dans [Emin Gün Sirer 1999, Arie van Deursen 2000].Il existe des outils qui permettent à partir d'un DSL prédéfini de générer des tests d'acceptation. Ces outils et méthodes sont décrits dans la partie suivante.

1.2.3 De la modélisation vers les tests d'acceptation - Les framework BDD

1.2.3.1 Cocumber

Cocumber est un outil qui permet de lancer automatiquement des tests d'acceptation et qui est créé en behaviour-driven developpement. Ce dernier est une méthode qui encourage la collaboration entre les différentes parties prenantes. L'outil est basé sur Gherkin qui est le format des spécifications Cocumber. Il est lisible par le client. Il s'agit d'un DSL qui permet à tout le monde de comprendre facilement le comportement attendu du logiciel. Pour définir une structure, Gherkin a des espaces et des indentations.

Quelques exemples de la synthaxe Gherkin : Feature, Background, Scenario, Given, When, Then,And,But,Scenario outline,Examples,Scenario Templates. Les fichiers rédigés pourront ensuite générer des signatures de méthodes. Les développeurs devront rédiger le corps de la méthode de test.

```
Feature: Some terse yet descriptive text of what is desired
  Textual description of the business value of this feature
  Business rules that govern the scope of the feature
  Any additional information that will make the feature easier to understand

  Scenario: Some determinable business situation
    Given some precondition
      And some other precondition
    When some action by the actor
      And some other action
      And yet another action
    Then some testable outcome is achieved
      And something else we can check happens too

  Scenario: A different situation
      ...
```

FIGURE 1.15 – Exemple de synthaxe Gherkin

Cocumber offre une réel avantage : celui de la génération de test à partir d'exigences rédigés dans un langage domaine. Toutefois, il n'existe pas de retour des tests vers les spécifications initiales.

1.2.3.2 EasyB

Cet outil est un framework basé sur Groovy qui utilise un langage DSL pour la plateforme Java. Groovy est utilisé pour exprimer les scnérarios.

```
scénario "L'utilisateur entre des informations d'identification valides", {
étant donné que "le compte d'utilisateur existe déjà", {

}
lorsque "utilisateur se connecte", {
}
alors "le système doit renvoyer un compte valide", {

}
}
```

FIGURE 1.16 – Exemple de scénario Groovy

Un rapport textuel de scénario est créé à la fin de chaque execution de tests.

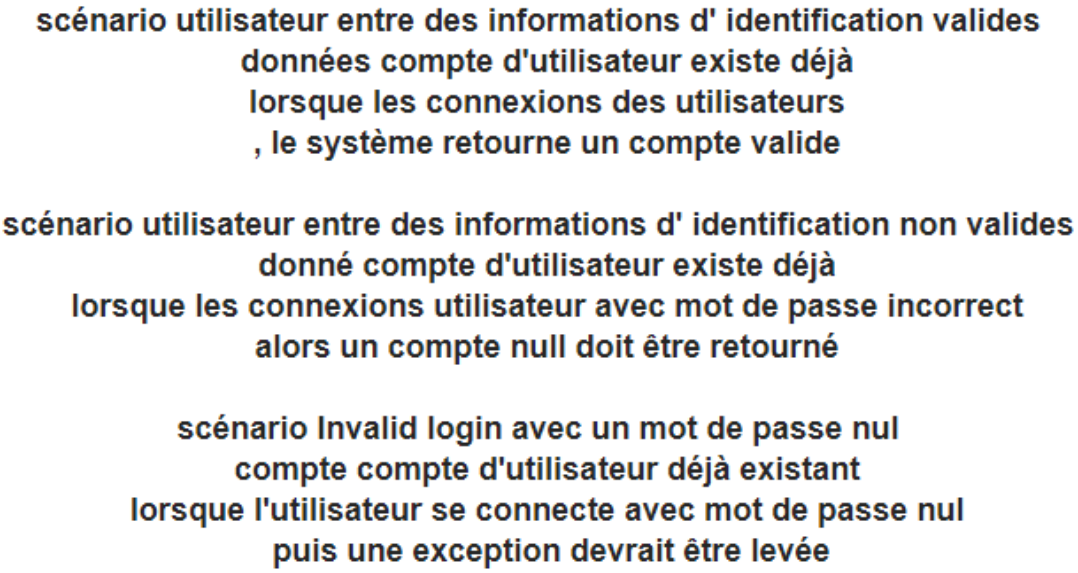


FIGURE 1.17 – Exemple de rapport EasyB

1.2.3.3 JDave

Jdave est un framework qui permet de spécifier le comportement des classes. Un comportement défini le comportement d'une classe selon un certain context. Cet outil nous parait beaucoup trop technique et intervient sur le code plutôt que sur les abstraction domaine.

1.2.3.4 Concordion

Cet outil permet d'écrire des scripts d'automatisation des tests d'acceptation dans les projets basés sur JAVA. Les spécifications doivent être écrites en HTML. Ceci présente plusieurs inconvénients : l'expert métier doit savoir écrire du HTML et le langage HTML ne permet pas de décrire correctement les exigences.

Ces deux derniers outils sont beaucoup trop spécifiques au langage de programmation.

1.2.3.5 Ravenflow - Bender RBY - Rational Rhapsody

Il existe des outils tel que Ravenflow qui permettent de générer des cas de tests à partir de formes d'exigences. Ce type d'outil se base sur des cas d'utilisation dans un format structuré et identifie chaque chemin à traver ces derniers.

Il existe également des outils plus rigoureux tel que Bender RBT qui développe des flux logiques de graphes cause/effet à partir d'une méthode structurée de documentation des spécifications fonctionnelles et identifie l'ensemble minimum de tests.

Les outils d'analyse d'état, tels que Rational Rhapsody, dessinent un diagramme d'état à partir de descriptions structurées des différents états d'une unité, qui peuvent être un périphérique

ou un programme.L'état détermine les comportements que l'unité doit et ne doit pas présenter, y compris ce qui déclenche la transition vers un autre état spécifié. Les cas de test sont alors définis pour exercer chaque chemin d'états, démontrant les comportements qu'il devrait présenter et assurant que ceux qu'il ne devrait pas présenter ne se produisent pas.

1.2.4 Conclusion

Pour conclure, nous avons vu que les outils passant des exigences rédigées en langage naturel aux tests ne proposent pas de manière d'automatiser les tests d'acceptation. Nous avons donc ensuite présenté différentes façons de modéliser les exigences pour pouvoir dans un second temps générer des tests à partir de ceux-ci. Bien que les notations UMLs/SysML soient riches en diagrammes et proposent de la génération de code, il est nécessaire d'avoir une certaine connaissance en modélisation et les notions spécifiques d'un domaine peuvent être mal (ou pas du tout) représentées. Les Domain Specific Language semblent être une bonne alternative : ils proposent de mettre le domaine au coeur de la modélisation et d'en générer les tests. Les outils comme Cocumber montrent qu'il est possible à partir DSL orienté langage naturel de générer des tests. En effet, les scénarios sont modélisés à travers des DSL et permettent de générer des tests. Toutefois, nous souhaitons améliorer la phase de recette en proposant un retour des tests au niveau des exigences. Nous détaillerons cette solution dans le chapitre 2 de ce mémoire.

Chapitre 2

Une solution orientée BDD

2.1 Un DSL pour modéliser les exigences

Nous avons montré dans la première partie la pertinence de la modélisation des exigences pour générer des tests fonctionnels. La modélisation qui répond au mieux à nos critères sont les DSL. Nous avons vu que des outils comme Cucumber permettent à partir du DSL Gherkin ou encore EasyB, de passer des exigences à des tests. Dans ces outils le DSL mis en place représente un scénario qui décrit un comportement du logiciel. Il s'agit donc d'une approche Behaviour Driven Developpement. Dans la solution que nous proposons, nous souhaitons garder ces éléments que nous pensons pertinents. Par conséquent, les personnes en charge de la rédaction des exigences devront se conformer au formalisme imposé par le DSL pour rédiger les exigences. Etant donné que le DSL représente un scénario qui est une modélisation connue des rédacteurs d'exigences et qui est une modélisation proche du langage naturel, nous pensons qu'il sera simple pour toutes les parties prenantes de lire et d'écrire les exigences dans ce format. Dans l'exemple que nous allons dérouler nous décidons de prendre comme DSL Gherkin et le langage Java pour l'implantation des méthodes mais la logique que nous proposons est tout à fait applicable à d'autres langages de programmation. Toutefois, il est possible qu'une entreprise souhaite développer son propre DSL car les spécificités de son domaine n'existent dans aucun DSL déjà programmé. Le nouveau DSL devra imposer une structure qui permettra de déterminer quels sont les mots clés à partir desquels il faut générer une méthode de test. Dans le cas de Gherkin les termes "Scenario", "When", "And", "Given", "Then" du DSL permettent de générer une méthode de test à implanter.

```
Feature: Is it Friday yet?
  Everybody wants to know when it's Friday

  Scenario: Sunday isn't Friday
    Given today is Sunday
    When I ask whether it's Friday yet
    Then I should be told "Nope"
```

FIGURE 2.1 – Exemple de scénario avec un DSL Gherkin

2.2 Génération des méthodes de test

Une fois les exigences rédigées dans le DSL, pour chaque mot clé une signature de méthode est générée. Par exemple avec Cucumber :

```java
@Given("^today is Sunday$")
public void today_is_Sunday() {
    // Write code here that turns the phrase above into concrete actions
    throw new PendingException();
}

@When("^I ask whether it's Friday yet$")
public void i_ask_whether_is_s_Friday_yet() {
    // Write code here that turns the phrase above into concrete actions
    throw new PendingException();
}

@Then("^I should be told \"([^\"]*)\"$")
public void i_should_be_told(String arg1) {
    // Write code here that turns the phrase above into concrete actions
    throw new PendingException();
}
```

FIGURE 2.2 – Exemple de méthodes de tests générés avec Cucumber

Dans le corps de chaque méthode générée, un commentaire comme suit pour notifier que la méthode n'a pas encore été implantée :

```
@Given("^today is Sunday$")
public void today_is_Sunday(){
// public void today_is_Sunday : TODO
throw new PendingException();
}
```

D'autre part, nous souhaitons qu'à la génération de ces tests, un tableau de correspondance entre scénario, mot clé et signature générée soit automatiquement créé comme présenté dans la figure ci-dessous :

Scénario	Mot clé	Méthode de test associée	OK/KO/TODO

TABLE 2.1 – Tableau généré à la suite de la définition des exigences

En prenant l'exemple des figures précédentes on aurait :

Scénario	Mot clé	Méthode de test associée	OK/KO/TODO
Sunday isn't Friday	Given	public void today_is_Sunday()	
Sunday isn't Friday	When	public void i_ask_whether_is_s_Friday_yet()	
Sunday isn't Friday	Then	public void i_should_be_told()	

TABLE 2.2 – Exemple de tableau de correspondance généré

2.3 Implantation des tests

Les méthodes de tests avec le commentaire *"// signature de la méthode : TODO"* devront être implantées par les développeurs. Quand une méthode est implantée, le commentaire *""// signature de la méthode : TODO "* devra impérativement être effacé par le développeur, sinon, la méthode sera considérée comme non développée.

2.4 Lancement des tests

Les tests doivent pouvoir être lancés à n'importe quel moment du projet. Le résultat de chaque test devra être écrit en commentaire dans le corps de la méthode avec le format suivant :

- **signature de la méthode de test : OK si le test est passé**
- **signature de la méthode de test : KO si le test n'est pas passé.**

```
@Given("^today is Sunday$")
public void today_is_Sunday(){
assert.equals("Test","Test")
// today_is_Sunday() : OK
throw new PendingException();
}
```

2.5 Analyse des commentaires

Une fois que les tests ont été lancés et les commentaires rédigés, nous proposons d'analyser ces derniers pour compléter le tableau 2.2. Pour chaque élément de la colonne *"Méthode de test associée"*, les commentaires du code sont parcourus :

- Si un commentaire (l'enchaînement de caractère "//" est détecté) est détecté et qu'il commence par le nom de la méthode associé, on lit ce qu'il y a après le caractère " :" et on le reporte dans le tableau dans la colonne *"OK/KO/TODO"*.
- Si ce qu'il y a après le " :" est différent de **"OK","KO" ou "TODO", rien ne doit être reporté dans le tableau**

— Si la signature de la méthode n'est pas trouvée, rien ne doit être reporté et cela signifie qu'il y a un problème car une méthode présente doit être retrouvée dans le code.
— Si deux commentaires *""// signature de la méthode : TODO/KO/OK "* sont présents dans le code, rien ne doit être insérer dans la colonne de resultat de test du tableau de correspondance car cela ne représente pas un comportement normal.

A chaque lancement des tests, tous les commentaires de type *""// signature de la méthode : OK "* et *""// signature de la méthode : KO "* sont effacés.

Scénario	Mot clé	Méthode de test associée	OK/KO/TODO
Sunday isn't Friday	Given	public void today_is_Sunday()	OK
Sunday isn't Friday	When	public void i_ask_whether_is_s_Friday_yet()	KO
Sunday isn't Friday	Then	public void i_should_be_told()	TODO

TABLE 2.3 – Tableau de correspondance après le lancement des tests

2.6 Retour vers les exigences

Nous souhaitons à présent remonter le résultat des tests au niveau des exigences pour que les personnes en charge de la recette puissent avoir une vision claire de quelles exigences ont été correctement implantées et lesquelles ne répondent toujours pas au besoin. Pour ceci, nous proposons de définir dans notre DSL des éléments graphiques de couleur pour chaque type de retour des tests. Ci-dessous la correspondance entre les messages de retour et les couleurs associées dans le DSL.

Retour	Couleur
OK	VERT
KO	ROUGE
TODO	BLEU

TABLE 2.4 – Correspondance du DSL entre retour des tests et couleurs

A la fin des tests, après le remplissage du tableau de correspondance 2.2, ce dernier est parcouru : Pour chaque scénario, et pour chaque mot clé, on dessine un triangle près du mot clé de la couleur correspondant au retour tel que défini dans la figure 2.3

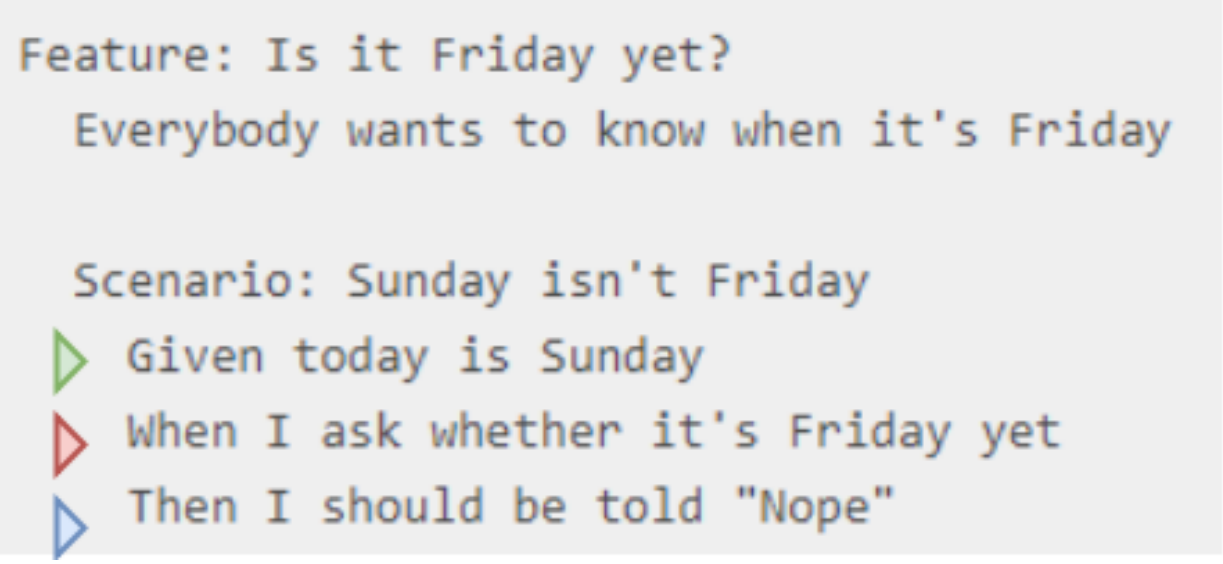


FIGURE 2.3 – Retour des tests au niveau des exigences

Si le test n'a pas été trouvé, rien n'est affiché près du mot clé. Ainsi, toutes les parties prenantes ont une vision claire des exigences et peuvent en un lancement de test déterminer quelles exigences ont été respectées ou non.

2.7 Critique de la solution

Nous avons tenté de proposer une solution aux lacunes que d'autres outils possédaient. Toutefois, nous pensons que nous devons travailler sur quelques points pour l'améliorer.

Dans la solution proposée, les développeurs doivent manuellement effacer un commentaire de type *TODO* dès qu'ils terminent d'implanter la méthode pour signifier que la méthode n'est plus à implanter. Leur donner le droit d'effacer un commentaire c'est aussi leur donner le droit d'en écrire. Un développeur peut écrire des assertions basiques pour tester une méthode. Par exemple, si un développement implante toutes les méthodes en écrivant :

```
@Given("^today is Sunday$")
public void today_is_Sunday(){
assert.equals("Test","Test")
throw new PendingException();
}
```

Dans ce cas là toutes les méthodes retourneront un résultat OK à chaque lancement des tests. Donc toutes les notations graphiques seront au vert, ce qui fausse la réalité. Nous avons donc pas de moyen de vérifier la qualité de l'implantation du test.

Conclusion

Dans ce mémoire nous nous sommes intéressés aux phases d'étude et de recette du cycle en V et de la méthode agile. Nous avons considéré que l'automatisation des tests d'acceptation à partir des exigences devait permettre à toutes les parties prenante de lire et/ou écrire les exigences, de générer automatiquement des tests fonctionnels et d'avoir un retour des tests au niveau des exigences. Nous avons montré que l'ingénierie des exigences pouvait être une piste intéressante pour répondre à notre problématique.

Nous avons d'abord présenté des outils qui permettaient de passer des exigences aux tests fonctionnels. Ceux-ci ne répondaient pas au critère d'automatisation. Nous avons ensuite, dans le cadre de l'ingénierie des exigences, proposé de modéliser les exigences dans un premier temps pour ensuite générer des tests fonctionnels à partir de cette modélisation. Des modélisations structurelles, comportementales ou encore des méthodes formelles ont été présentées. Ces modélisations étaient soit trop techniques, ou ne présentaient pas assez de détails ou encore ne permettaient pas de générer des tests. Toutefois, nous avons vu que les Domain Specific Language permettaient de réunir bon nombre de nos critères notamment le critère d'impliquer le domaine métier au coeur de la modélisation, de proposer une simplicité d'écriture et de lecture pour toutes les parties prenantes et surtout la génération des tests fonctionnels. Par conséquent, nous nous sommes tournés vers les outils orientés Behaviour Driven Developement tel que Cucumber qui propose un DSL représentant des scénarios à partir desquels des signatures de méthodes de tests fonctionnels sont générés. Néanmoins, ce genre d'outils ne permettant pas d'avoir un retour clair au niveau des exigences du résultat des tests, nous avons souhaité proposer notre propre solution.

Pour tenter de répondre à tous les critères que nous avions établi, nous avons proposer de mettre en place un outil basé sur un DSL pour représenter les exigences à partir duquel les tests d'acceptation seraient générés grâce à des mots clé définis. Une fois ces tests implantés par les développeurs, à chaque fois qu'ils sont testés, des commentaires qui décrivent le résultat de chaque test sont rédigés dans le code. Les commentaires sont ensuite analysés : si le test est passé un élément graphique coloré, défini dans le DSL s'affichera près de chaque mot clé pour signifier le résultat du test. Ainsi, quelque soit la partie prenante, il est possible de savoir quelle exigence a été respectée ou non en un coup d'oeil. Cependant notre solution présente des failles, notamment de qualité, car les développeurs peuvent influencer manuellement le résultat des tests. Il serait intéressant, après avoir pallié à ces failles, d'étendre cette solution à d'autres types de tests tels que des test non-fonctionnels ou de contrainte par exemple.

Bibliographie

[Arie van Deursen 2000] Paul Klint Arie van Deursen et Joost Visser. *Domain-Specific Languages : An Annotated Bibliography*. Newsletter ACM SIGPLAN Notices Homepage archive Volume 35 Issue 6, Pages 26 - 36, 2000.

[Barret R.Bryant 2010] Jeff Gray Barret R.Bryant et Marjan Mernik. *Domain-specific software engineering*. Conference Paper, 2010.

[Barret R.Bryant 2011] Jeff Gray Barret R.Bryant et Marjan Mernik. *A domain specific Requirements Model for Scientific Computing : NIER Track*. IEEE, 2011.

[C. Coulin 2005] D. Zowghi C. Coulin et A. E. K. Sahraoui. *Centric Situational Approach for the Early Stages of Requirements Elicitation in Software Systems Development*. Proceedings of the International Workshop on Situational Requirements Engineering Processes (SREP 2005), France, 2005.

[Conseil] Wembla Conseil. *Cours gestion des exigences*.

[DIDIER FAGNON] STÉPHANE GASTON DIDIER FAGNON. *Diagramme d'exigences*.

[Elizabeth Hull 2010] Jeremy Dick Elizabeth Hull Ken Jackson. Requirements engineering. Springer, 2010.

[Emin Gün Sirer 1999] Brian N. Bershad Emin Gün Sirer. *Using Production Grammars in Software Testing*. Proceedings of the 2nd conference on Domain-specific languages, 1999.

[Felderer 2010] Michael Felderer, Philipp Zech, Frank Fiedler et Ruth Breu. *A Tool-Based Methodology for System Testing of Service-Oriented Systems*. 2010 Second International Conference on Advances in System Testing and Validation Lifecycle, 2010.

[fit] *FitNesse*.

[Iris Reinhartz-Berger 2011] Yair Wand Iris Reinhartz-Berger Arnon Sturm. Domain engineering. Springer, 2011.

[Kundu 2008] Debasish Kundu et Debasis Samanta. *A Novel Approach to Generate Test Cases from UML Activity Diagrams*. Journal of Object Technology, 2008.

[M. Dhineshkumar 2014] Galeebathullah M. Dhineshkumar. *An Approach to Generate Test Cases from Sequence Diagram*. Intelligent Computing Applications (ICICA), 2014 International Conference, 2014.

[Maurer 2004] Grigori MelnikKris ReadFrank Maurer. *Suitability of FIT User Acceptance Tests for Specifying Functional Requirements : Developer Perspective*. Extreme Programming and Agile Methods - XP/Agile Universe 2004, 2004.

[Pautard] Pautard. *Test Fixture*.

[Stéphane Badreau 2014] Jean-Louis Boulanger Stéphane Badreau. Ingénierie des exigences : Méthodes et bonnes pratiques pour construire et maintenir un référentiel. DUNOD, 2014.

[sys] *SysML*.

[Troyer 2014] Olga De Troyer et Erik Janssens. *A feature modeling approach for domain-specific requirement elicitation*. Dept. Computer Science Vrije Universiteit Brussel, 2014.

[Valette 2000] Robert Valette. *Les Réseaux de Pétri*. LAAS-CNRS, 2000.

[Vikas Panthi 2012] Durga Prasad Mohapatra Vikas Panthi. *Automatic Test Case Generation using Sequence Diagram*. Advances in Intelligent Systems and Computing book series (AISC, volume 174), 2012.

[Xu 2011] Dianxiang Xu. *A Tool for Automated Test Code Generation from High-Level Petri Nets*. National Center for the Protection of the Financial Infrastructure,Dakota State University, 2011.