****

Institut Supérieur Polytechnique de

Madagascar

ETech

Mémoire de fin d’études pour l’obtention du diplôme de Master en informatique

Option : Informatique de Gestion Génie Logiciel et Intelligence Artificielle



**Présenté par:**

Monsieur RAJAONARISON Maminiaina

**Membres du jury :**

* *Président du jury* : Professeur RABOANARY Julien Amédée
* *Encadreur professionnel* : Madame RABETOKOTANY Rota
* *Encadreur pédagogique* : Monsieur RASANDIMANANA Tanjona Tsioharana

*Année Universitaire 2014-2015*

« Le cœur de l’Homme peut méditer sa voie, mais c’est l’Eternel qui dirige ses pas. »

*Proverbes 16 :9*

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ici tous ceux qui ont œuvré pour la réalisation de ce mémoire d’étude en vue d’obtenir notre diplôme de licence en informatique de gestion génie logiciel intelligence artificielle, entre autres :

* Rendons grâce à Dieu Tout Puissant pour la force, la santé et le savoir qu’il nous a offerts tout au long de ce stage ;
* Le Professeur RABOANARY Julien Amédée, Recteur de l’Institut Supérieur Polytechnique de Madagascar, qui nous a permis d’entreprendre les études à l’ISPM ;
* Monsieur Paul Pierre ARDILE, le Président Directeur Général de la société eTech, grâce à qui nous avons pu nous imprégner dans une vie d’entreprise ;
* Monsieur Andry RAMANAMBAHOAKA, Directeur de projet Web-PHP ;
* Monsieur Clarel RAKOTONDRAHAJA, Directeur de projet et aussi enseignant à l'Institut Supérieur Polytechnique de Madagascar ;
* Monsieur Rija RAOBIVELO RABETOKOTANY, Directeur de projet (.Net – Java - Mobile) ;
* Madame Eva RALALAHARIMANANA, Responsable Administratif et Financier ;
* Madame RABETOKOTANY Rota, chef de projet Web-PHP et aussi notre encadreur professionnel, pour les conseils professionnels ;
* Monsieur RASANDIMANANA Tanjona Tsioharana, notre encadreur, qui a fait de son mieux pour nous enseigner la vie d’entreprise et ce que pourrait subvenir à l’avenir ;
* Le corps administratif et professoral que nous devons notre savoir sur l’informatique ;
* Tout le personnel de la société eTech qui nous ont accueilli à bras ouvert et font leur possible pour nous aider ;
* Toute la famille pour leur soutien moral et financier ;
* Tous nos amis et proches qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

A tous, un grand merci !

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Les premiers réseaux de télécommunication ont conduit à la création d'un réseau informatique. Ce dernier permet aux utilisateurs de différents ordinateurs de communiquer, puis se développa par de nombreuses étapes successives. La somme de tous ces développements conduit au "réseau des réseaux" que nous connaissons aujourd'hui en tant qu'***Internet***.

Vers les années 1989, Tim Berners-Lee, un physicien britannique, a inventé le web au CERN. Au début, le projet « World Wide Web », connu aussi sous l’appellation WWW, a été conçu et développé pour que des scientifiques travaillant dans les universités et les instituts du monde entier puissent s'échanger des informations instantanément. Mais le domaine du web s’épanouit au fil du temps, d’où la mise en ligne du premier site web le 20 décembre 1990. De nos jours, le monde du web prend une très grande place [a] [B] [C].

De ce fait, notre thème de mémoire se portera justement sur la création d’un site web qui s’intitulera *« Groupe SANTE ».* Ce site web aura pour objectif principal de regrouper en un seul site web tous les établissements de santé de Madagascar. Chaque établissement est relié à un projet. Ce dernier peut aussi appartenir à plusieurs établissements. Les utilisateurs inscrits peuvent participer ou bénéficier des projets existants.

Nous nous permettons de prime abord de vous présenter l’*ISPM* notre Institut. En second lieu, la société *eTech* qui nous a pris en charge pendant ces quelques mois avant d’exposer point par point le projet que nous avons opté pour ce stage.

# PRESENTATION DU CADRE D’ETUDE ET DE STAGE

### PRESENTATION DE L’ISPM

#### Historique et présentation de l’ISPM

##### Historique de l’ISPM

Connu auparavant par E.S.S.T.I.M (Ecole Supérieur des Sciences et Techniques de l’Information à Madagascar), cet institut naît le 23 Janvier 1993 selon l’arrêté N°3725/94 du Ministère de l’Enseignement Supérieur et accueille quelque dizaines d’étudiants. A cette époque, son siège se trouvait à Ankadindramamy, il était connu sous le nom d’ESSTIM ou École Supérieure des Sciences et de la Technologie Informatique à Madagascar et ne comportait que le département Informatique: la filière Informatique de Gestion génie Logiciel et Intelligence Artificiel ou I.G.G.L.I.A et la filière Maintenance des Systèmes Informatiques ou M.S.I C’était le seul institut privé polytechnique à Madagascar. Son siège se trouvait à Ankadindramamy.

Figure 1: E.S.S.T.I.M (source ISPM)

Au fil du temps, E.S.S.T.I.M devient I.S.P.M (Institut Supérieur Polytechnique de Madagascar) et compte des milliers d’étudiants actuellement. L’ISPM et son bureau administratif se trouve à Ambatomaro Antsobolo.



Figure 2: ISPM Ambatomaro Antsobolo (source ISPM)

I.S.P.M a été fondé par RABOANARY Julien Amédée et est aujourd’hui l’un des plus grands Instituts privés de Madagascar. L’école est bâtie sur plus de 5 500 m² de surface sur un terrain de trois hectares. Avec ses soixantaines de salles de classes, ses terrains et ses cafétérias, I.S.P.M fournit à ses étudiants un environnement adéquat pour la préparation de leur avenir.

Au cours du temps, plusieurs départements et filière sont nés:

* 1994: Création du Département Informatique avec les deux filières: I.G.G.L.I.A et E.S.I.I.A;
* 1995: Création du Département Biotechnologique comportant deux filières: I.A.A et P.I.P;
* 1996: Création du Département tertiaire avec la filière C.A.A;
* 1998: Création du Département Génie Civil et Génie Industriel et aussi de la filière E.M.I.I;
* 1999: Mise en place de la filière G.C.A;
* 2000: Ouverture de la formation en troisième cycle;
* 2004: Création et ajout de la filière F.I.C dans le Département tertiaire;
* 2004: Intégration des deux filières: I.M.T.I.C.I.A dans le Département Informatique et A.E.E dans le Département Biotechnologie;
* 2009: Ajout des filières D.T.J.A, E.M.P et I.C.M.P;
* 2009: Tourisme et hôtellerie dans le Département Technique Tourisme;
* 2010: Création de la nouvelle filière I.S.A.I.A.

##### Présentation de l’ISPM

###### Les différentes mentions

Les filières de l’ISPM sont réparties à travers six mentions, à savoir la mention informatique et télécommunication, la mention droit et techniques des affaires, la mention biotechnologie et agronomie, la mention génie industriel, la mention génie civil et enfin la mention techniques du tourisme composés par des filières réparties comme suit :

###### Etudes et Formations

L’entrée à l’ISPM se fait par voie de concours. L’inscription à ce dernier exige aux candidats le Diplôme de Baccalauréat de l’Enseignement Secondaire.

Le cursus comprend deux cycles consécutifs dont :

* Le premier, d’une durée de trois ans, est sanctionné par une Licence ou BACC+3. Afin d’obtenir sa licence, après ces trois années d’étude passées en premier cycle, l’étudiant doit effectuer un stage d’une durée de trois mois au sein d’une entreprise et soutenir un mémoire sur ce stage ;
* Le second, d’une durée de deux ans, qui aboutit à un diplôme d’Ingéniorat ou BACC+5. La formation en second cycle est accessible aux étudiants ayant une licence. A la fin des deux années passées en second cycle, l’étudiant doit effectuer un stage d’une durée de six mois au sein d’une entreprise à l’issue duquel il soutient un mémoire de fin d’études.

Notons qu’après chaque cycle, l’étudiant est opérationnel et a le choix entre la poursuite de ses études ou l’accès immédiat dans le monde du travail.

Voici le cursus de l’ISPM :

Figure 3: Cursus à l'ISPM

#### Objectif de l’I.S.P.M

Dans le cadre de l’harmonisation du cursus de l’enseignement supérieur au niveau international, l’Etat Malagasy utilise actuellement le système L.M.D (Licence Master Doctorat) au niveau national. Pour cela, l’I.S.P.M a adopté cette méthode.

Par définition, le système LMD est un système d'enseignement supérieur anglo-saxon utilisant une formation à trois paliers : Licence, Master et Doctorat. Il offre une plus grande flexibilité dans la formation aussi bien aux apprenants qu'aux formateurs. Deux modes de formation sont offerts : une formation académique orientée sur la recherche et une formation appliquée orientée sur la professionnalisation.

L’utilisation du système LMD donne de nombreux avantages au niveau de notre établissement et aussi pour ses étudiants. Ces avantages sont : l’harmonisation des niveaux de formation universitaire, la mobilité accrue pour les étudiants, l’orientation progressive et le suivi du projet personnel de l’étudiant grâce à un système de passerelles, la professionnalisation facilitée par les unités d’Enseignements de stages, projets, etc.

#### Les particularités de l’I.S.P.M

Actuellement, les enseignants sont impliqués profondément dans la recherche et le système LMD (Licence- Masters- Doctorat) est déjà adopté.

##### Les portes ouvertes

L’année académique se divise en deux semestres. A chaque fin de semestres, un examen s’effectue. Le deuxième semestre se démarque par l’organisation des « Portes Ouvertes ». Cet évènement est une occasion pour les étudiants de montrer, au grand public, les « Projets » effectués dans le cadre des recherches personnelles.

##### Les supports pédagogiques

L’ISPM met à la disposition de ses étudiants :

* Deux laboratoires d’informatiques pour un total de cent vingt (120) ordinateurs ;
* Un laboratoire expérimental pour le département Biotechnologie ;
* Un laboratoire de travaux pratiques en électricité et électronique ;
* Un atelier de travaux pratique pour les étudiants en Mécanique ;
* Divers appareils topographiques.

##### L’examen clinique

L’examen « Clinique » est aussi une des plus grandes particularités de l’ISPM. C’est l’épreuve à passer avant la préparation de l’ingéniorat. Il consiste à évaluer de l’étudiant sur toutes ses connaissances, depuis la première année jusqu’à la cinquième année. La réussite à cet examen donne accès au stage ainsi qu’au mémoire de fin du Second Cycle.

##### Les supports éducatifs

L’I.S.P.M possède différentes infrastructures composées de :

* Plus de Soixante-dix salles de cours ;
* Une grande salle pouvant contenir jusqu’à 1500 étudiants ;
* Un amphithéâtre en plein air ;
* Des bureaux pour l’administration ;
* Des laboratoires d’informatique ;
* Un laboratoire de langes ;
* Un laboratoire de chimie, de biologie et de pharmacologie ;
* Un atelier de mécanique ;
* Deux cafétérias ;
* Deux salles de soutenance de mémoire ;
* Un terrain de Basket-ball ;
* Un terrain de football (Mini-Foot) ;
* Un terrain de Volley-ball.

##### La devise de l’I.S.P.M

L’ISPM a une devise particulière : **FAHAIZANA – FAMPANDROSOANA – FIHAVANANA**

##### Le logo de l’I.S.P.M



Figure 4: Logo de l'ISPM (source: ISPM)

* La toque noir signifie que l’I.S.P.M forge des cadre supérieurs d’où le «FAHAIZANA».
* Le globe terrestre montre que l’I.S.P.M s’ouvre au monde entier d’où le «FAMPANDROSOANA».
* Les Mains qui se serrent nous indiquent que l’I.S.P.M est ouvert à toutes les nationalités d’où le «FIHAVANANA».

##### L’hymne de l’I.S.P.M

**1.** Ilay I.S.P.M tena maminay

Tsy mba foinay tokoa hatrizay

Toera-nanabeazana ny tenanay

Mba ho tena olom-banona mahay

***Ref:*** *Ho mendrika tokoa,*

*Ho mafy orina avokoa*

*Ny fahaizana, fampandrosoana, fihavanana*

*Ho andry sy tokin’ny Tanindrazanay*

**2.**  Ny fahaizana no apinga ho enti-miady

Nampitaina,nozaraina sy nomena

Tsy andrarak’ilo fa ho tena kiady

Hoenti-mampandroso ny firenena

**3.** Ka ny fihavanana, firaisankina

No asandratray hatrany hatrany

Manoloana fifaliana, fijaliana

Mandra-piala anay ety an-tany

#### Adresse et contact

Le siège de l’I.S.P.M est actuellement à Ambatomaro – Antsobolo – Antananarivo 101.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ses contacts** | : 034 17 583 69 / 033 12 171 60 / 032 84 509 39 / 020 26 384 08 |
| **Son adresse e-mail** | : [*ispm@ispm-edu.com*](mailto:ispm@ispm-edu.com) |
| **Son site web** | : [*www.ispm-edu.com*](http://www.ispm-edu.com) |



Figure 5: Site web de l'ISPM (source: ISPM)

#### Prix obtenus par l’I.S.P.M

Le tableau ci-dessous montre les prix obtenus par l’ISPM lors des différents concours.

Tableau 1: Prix obtenus par l'I.S.P.M depuis son existence (source: ISPM)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rang | PROJET | ANNEE | ORGANISATEUR |
| 1er | *Logiciel de Fanorona* | 1997 | Ambassade de France |
| 3ème | *SRI (Repiqueuse)* | 2003 | FIERMADA |
| 3ème | *Tracteur et Repiqueuse* | 2003 | Forum de la Recherche MENRS |
| 1er | *Analyse de la structure biotechnologique du riz* | 2006 | Salon de la Créativité et de l’invention |
| 2ème | *Etuve phytotronique assistée par ordinateur* | 2006 | Salon de la Créativité et de l’invention |
| 1er | *Réchaud à alcool* | 2007 | Fondation Tany Meva |
| 1er | *Valorisation de la jacinthe d’eau pour la fertilisation en aquaculture* | 2008 | Fondation Tany Meva |
| 1er | *Production d’un plastique biodégradable* | 2009 | Fondation Tany Meva |
| 1er | *Smart planning managing* | 2012 | Forum de la Recherche MESUPRES |
| 2ème | *Intelligent House* | 2012 | Forum de la Recherche MESUPRES |
| 4ème | *Energies renouvelable* | 2012 | Forum de la recherche MESUPRES |
| 1er | *Olympiade Informatique de Madagascar* | 2012 | Madagascar au temps TIC |
| 2è | *Concours de développement d'application malagasy : « Flash Credit »* | 2014 | Orange Madagascar |
| 2è | *Concours de développement d'application malagasy : « Safe sms »* | 2014 | Orange Madagascar |
| 1er | *WEBCUP* | 2015 | GOTICOM & Office du Tourisme |
| 1er | *WEBCUP VIRALITE* | 2015 | WEBCUP Association |

#### Organigramme de l’I.S.P.M

Figure 6: Organigramme de l'ISPM (source: ISPM)

### PRESENTATION DE LA SOCIETE

#### Historique de l’entreprise eTech

eTech est une Société de Services en Ingénierie Informatique (SSII) implantée à Madagascar depuis 2006. Son local se trouve dans l’immeuble Master Trade à Anosivavaka Ambohimanarina, route du Pape. Elle est née d’une collaboration entre Patrick Trebalag, Dominique et Fred Félix en tant que société spécialisée dans le développement de solutions informatiques.

En juin 2008, suite à des problèmes commerciaux, les actionnaires d’eTech se sont rapprochés de Monsieur Pierre-Paul Ardile, Président Directeur Général d’un cabinet de conseil expert des solutions professionnelles mobiles appelé : « Mov’age», pour un transfert d’actions.

En Septembre 2008, sous la direction de Monsieur Pierre-Paul Ardile, de nouveaux collaborateurs, associant compétences malagasy et française, reprennent les activités de la société. Depuis, eTech travaille en étroite collaboration avec la société de services informatiques française « ArkeUp » qui la représentent en France.

eTech, spécialiste des solutions digitales web, mobile et e-business en offshore fait partie du Groupe ArkeUp avec une représentation en France et au Maroc.

#### Siège de l’entreprise

L’entreprise eTech est située à Antananarivo I, route du Pape Jean Paul II, Anosivavaka Ambohimanarina, dans la capitale de Madagascar.

#### Logo de l’eTech



Figure 7: Logo de l'entreprise eTech (source: eTech)

#### Caractéristiques de l’entreprise

##### Adresse et contact

|  |  |
| --- | --- |
| **Adresse** | : Immeuble Master Trade, route du Pape Jean Paul II, Anosivavaka Ambohimanarina Antananarivo |
| **Téléphone** | : +261 20 22 536 04 |
| **Boîte postale** | : 8721 |
| **Code postal** | : 101 |
| **Courriel** | : etech@etechconsulting-mg.com |
| **Site web** | : <http://www.etechconsulting-mg.com> |

##### Activité principale

La société eTech se spécialise dans le domaine du développement d'applications informatiques (sites web, applications mobiles) et utilise un certain nombre de technologies afin de répondre à tous les besoins et exigences de ses clients et collaborateurs.

Entre autre, l’entreprise effectue :

* L’audit et l’analyse des besoins ;
* Les spécifications et la conception de base de données ;
* La conception graphique : de la création à l’intégration ;
* Le développement ;
* Le déploiement ;
* La maintenance et le support des applications.

Le tableau ci-après résume les différentes technologies utilisées par eTech.

Tableau 2: Tableau des différentes technologies utilisées par eTech (source eTech)

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie | Technologies |
| Langages de programmation | PHP, C#, Java, Objective-C, Python, |
| Mobilité | iOS, Android, Windows mobile, PhoneGap |
| CMS | Drupal, WordPress |
| ERP | Odoo/OpenERP |
| E-commerce | Magento, Prestashop |
| Serveurs web et serveurs d’applications | Apache, Tomcat, Microsoft IIS, JBoss |
| Autres technologies (Frameworks, autres plateformes…) | Zend, Symfony, AngularJS, AJAX, R.I.A, Flex3/Flex4, GWT, Adobe AIR, Silverlight, .Net, Talend |

##### Ressources humaines

Son centre de compétences et de développement situé à Madagascar regroupe plus de 160 ingénieurs et experts dans différentes technologies. Dans le cadre de la forte croissance de son activité, la société eTech a recruté plus de 30 personnes sur le début d’année 2015 et souhaite recruter encore 70 personnes avant la fin de l’année 2016.

##### Organigramme de l’entreprise

Figure 8: Organigramme de l'eTech (source: eTech)

* PDG : Monsieur Pierre Paul ARDILE;
* Responsable Administratif et Financier : Madame Eva RALALAHARIMANANA ;
* Responsable Commercial : Madame Tiana NOHAVY ;
* Chargé de Marketing : Karen Radrigan ;
* Directeur de projet (.Net - Java - Mobile) : Monsieur Rija RAOBIVELO RABETOKOTANY;
* Directeur de projet (Transversale et Qualité): Monsieur Clarel RAKOTONDRAHAJA;
* Directeur de projet (Web-PHP) : Monsieur Andry RAMANAMBAHOAKA.

### Présentation du thème

#### Analyse de la situation

Durant notre période de stage chez eTech, on était affecté dans plusieurs projets parmi lesquels des projets en cours et d’autres en création. Dans chaque projet, on rencontre toujours quelques blocages qui finissent toujours par être résolus. Parmi ces nombreux projets, **« Groupe Santé »**, qui est un des projets en début de création.

« Groupe Santé » est une association réunissant les établissements ou centres de santé à Madagascar, comme son nom l’indique. Elle a donc un site web personnel qui a pour but principal de regrouper tous les établissements de santé à Madagascar. Chaque établissement étant lié à des projets, les utilisateurs du site peuvent participer ou bénéficier aux projets. Cela peut se faire en un clic après avoir remplir un formulaire via web. Il faut savoir qu’un projet peut appartenir à plusieurs centres de santé.

Nous avons décidé d’effectuer les analyses approfondies concernant le système d’information du client selon leur cahier de charge et de créer leur nouveau site web.

N’oublions pas de rappeler que « Groupe Santé » avait déjà un autre site web mais sous un autre nom. Auparavant, l’association était connue sous un autre nom. Aujourd’hui, elle a décidé de changer de nom et en parallèle créer un nouveau site web avec une ergonomie plus agréable. Ce nouveau site web offrira une facilité d’utilisation pour les visiteurs du site et aussi une nouvelle interface graphique. L’association a donc fait appel à la société eTech pour refondre son site web au niveau ergonomique ainsi qu’au niveau fonctionnel et design du site.

Le projet consiste à analyser les nouveaux besoins selon le cahier des charges du client et trouver ainsi la solution la mieux adaptée pour réaliser et mettre en place le nouveau site web.

Cependant, quelques problématiques se posent. La première est comment donner le maximum d’informations aux utilisateurs. La deuxième problématique est la facilité de manipulation et maintenance du site web. La troisième et dernière problématique est sur la facilité de communication avec la clientèle à travers le site web.

Pour notre cas, on a choisi d’utiliser un CMS. Plusieurs types de CMS s’offrent à nous. Pour répondre aux besoins du client et résoudre les problématiques ci-dessus, le CMS Drupal est la solution. On a donc développé le site web sous PHP avec le CMS Drupal 7.

#### Généralité du projet

En tant que développeur, il faut savoir surtout travailler en équipe. Pour la réalisation de ce projet, on a compté trois (3) développeur, un (1) intégrateur, un (1) ingénieur qualité et le tous dirigé par un chef de projet au sein de l’eTech. En somme, le projet a duré quatre (4) mois.

Nous avons aussi utilisé Git comme logiciel de gestion de versions décentralisé.

La réalisation du projet sera composée de diverses étapes dont :

* La récolte des informations selon le cahier de charge ;
* L’analyse des informations ;
* La conception du site web.

#### Objectif et opportunité du projet

##### Objectif du projet

L’objectif principal est tout d’abord de satisfaire et de répondre aux demandes du client selon les spécifications dans le cahier de charge. En d’autre terme, nous avons pour but de concevoir un site web.

Il a aussi pour but d’offrir une meilleur condition d’utilisation aux utilisateurs du site web. Et de leurs donner le maximum d’informations et cela dans un seul site web, *« Groupe Santé »,* avec une facilité d’accessibilité.

Du point de vue personnel, la conception de ce site web évoluera nos connaissances et expériences, particulièrement dans le travail en équipe.

##### Opportunité du projet

Ce projet offre surtout plusieurs opportunités à l’association « Groupe Santé ». Grâce à ce site web, l’association pourra publier en temps réel les dernières nouvelles concernant chaque établissement de santé. Avec les atouts de Drupal, l’administrateur peut facilement administrer le site et y intégrer des vidéos. Quand le site web sera mise en ligne, plus besoin de dépenser le maximum de budget pour publier des annonces ou faire des publicités.

Pour les utilisateurs, ils pourront être à la page des dernières nouvelles, car le site sera accessible à tout moment et n’importe où. Pour participer ou bénéficier aux projets dans les centres de santé, plus besoin de se déplacer, car l’inscription se fait via web, en remplissant quelques formulaires.

Depuis l’arrivée des grands moteurs de recherche comme Google, il est de plus en plus facile d’être visible sur le Web. Des gens de partout peuvent trouver ce site Internet et consulter leurs produits et services. Leur clientèle ne se limite donc plus aux gens de leur ville ou de leur région pour récolter des informations.

# PRESENTATION DES OUTILS ET LANGAGES DE DEVELOPPEMENT

### Langage de modélisation [D] [E]

#### Utilité d’un langage de modélisation dans un projet [E]

##### Définition d’un modèle

Un **modèle** est une *représentation abstraite* et simplifiée, d'une entité (phénomène, processus, système) du monde réel en vue de le décrire, de l'expliquer ou de le prévoir. Sous une autre façon de voir, un modèle, c'est une théorie orientée vers l'action qu'elle doit servir.

Concrètement, un modèle permet de réduire la complexité d'un phénomène en éliminant les détails qui n'influencent pas son comportement de manière significative. Il reflète ce que le concepteur croit important pour la compréhension du système d’information.

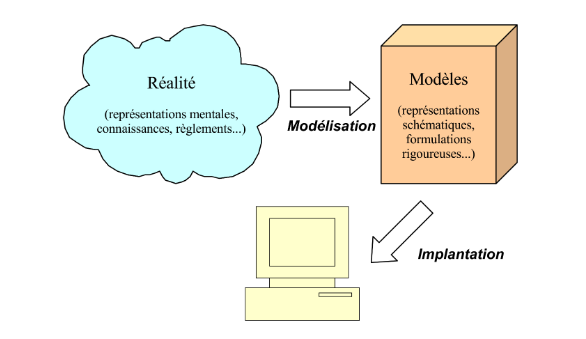


Figure 9: Schéma d'une modélisation

##### Nécessité de la modélisation

Le but de la modélisation d’un SI, est de spécifier les besoins et les exigences des acteurs, le système et l’architecture globale.

Modéliser un système avant sa réalisation permet de mieux comprendre le fonctionnement du système. C'est également un bon moyen de maîtriser sa complexité et d'assurer sa cohérence. Un modèle est un langage commun, précis, qui est connu par tous les membres de l'équipe. Cette communication est essentielle pour aboutir à une compréhension précise d'un problème donné.

Dans le domaine de l'ingénierie du logiciel, le modèle permet de mieux répartir les tâches. Le choix du modèle a donc une influence capitale sur les solutions obtenues.

#### U.M.L [D][4]

##### Introduction

La description de la programmation par objets a fait ressortir l'étendue du travail conceptuel nécessaire : définition des classes, de leurs relations, des attributs et méthodes, des interfaces, etc.

Pour programmer une application, il ne convient pas de se lancer tête baissée dans l'écriture du code : il faut d'abord organiser ses idées, les documenter, puis organiser la réalisation en définissant les modules et étapes de la réalisation. C’est cette démarche à l’écriture que nous appelons *modélisation*. La modélisation demande aux maîtrises d'ouvrage une compétence et un professionnalisme qui ne sont pas aujourd'hui répandus.

##### Historique

Les méthodes utilisées dans les années 1980 pour organiser la programmation impérative (notamment Merise) étaient fondées sur la modélisation séparée des données et des traitements. Lorsque la programmation par objets prend de l'importance au début des années 1990, la nécessité d'une méthode qui lui soit adaptée devient évidente. Plus de cinquante méthodes apparaissent entre 1990 et 1995 (Booch, Classe-Relation, Fusion, HOOD, OMT, OOA, OOD, OOM, OOSE, etc.), mais aucune ne parvient à s'imposer. En 1994, le consensus se fait autour de trois méthodes :

* *OMT* de James Rumbaugh (General Electric) fournit une représentation graphique des aspects statique, dynamique et fonctionnel d'un système ;
* *OOD* de Grady Booch, définie pour le Department of Defense, introduit le concept de paquetage (package) ;
* *OOSE* d'Ivar Jacobson (Ericsson) fonde l'analyse sur la description des besoins des utilisateurs (cas d'utilisation, ou use cases).

Chaque méthode avait ses avantages et ses partisans. Le nombre de méthodes en compétition s'était réduit. Événement considérable et presque miraculeux, les trois gourous qui régnaient chacun sur l'une des trois méthodes se mirent d'accord pour définir une méthode commune. **UML** est né de cet effort de convergence. L'adjectif « *unified »* est là pour marquer qu'UML unifie, et donc remplace.

UML est donc non seulement un outil intéressant, mais une norme qui s'impose en technologie à objets et à laquelle se sont rangés tous les grands acteurs du domaine, acteurs qui ont d'ailleurs contribué à son élaboration.

##### Définition

**UML** est un ***langage unifié de modélisation*** objets à base de représentation graphique, conçu pour fournir une méthode normalisée pour visualiser la conception d'un système.

##### Pourquoi utiliser UML ?

De nos jours, les outils de modélisation de processus métier s’étoffent chaque année et les suites logicielles sont de plus en plus nombreuses. L’usage et les fonctionnalités d’UML diffèrent d’un périmètre à un autre, selon les besoins des clients et des fournisseurs d’applications.

Il permet dans un premier temps de bien définir les besoins clients, et ainsi d’éviter des surcoûts liés à la livraison d’un logicielle qui ne satisfait pas le client.

Aussi, elle apporte une compréhension rapide du programme à d’autres développeurs externes en cas de reprise du logiciel et facilite sa maintenance.

Toutefois, il existe aussi des inconvénients quant à l’utilisation d’UML. Pour la plupart, essentiellement liés au dépassement du délai de livraison du logiciel. Pour pallier à ce problème, le recours à un cycle de projet en spirale est recommandé car il apporte plus d’agilité et une meilleure gestion des risques.

##### Les avantages et inconvénients de l’U.M.L [F]

###### Les points forts d’UML

**UML est un langage formel et normalisé :**

* gain de précision ;
* gage de stabilité ;
* encourage l'utilisation d'outils : UML est un support de communication performant.

**UML est un support de communication performant :**

* Il cadre l'analyse ;
* Il facilite la compréhension de représentations abstraites complexes ;
* Son caractère polyvalent et sa souplesse en font un langage universel.

###### Les points faibles d’UML

* La mise en pratique d'UML nécessite un apprentissage et passe par une période d'adaptation. UML n'est pas à l'origine des concepts objets, mais en constitue une étape majeure, car il unifie les différentes approches et en donne une définition plus formelle.
* Le processus (non couvert par UML) est une autre clé de la réussite d'un projet. Or, l'intégration d'UML dans un processus n'est pas triviale et améliorer un processus est une tâche complexe et longue.

##### La notion de classe

Une classe représente donc une catégorie d'objets. Elle apparaît aussi comme un *moule* ou une *usine* à partir de laquelle il est possible de créer des objets. (C’est en quelque sorte une « boîte à outils » qui permet de fabriquer un objet). On parle alors d'un objet en tant qu'[**instance**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Instance_%28programmation%29) d'une classe.

En d’autre terme, une classe est un type de données abstrait qui précise des caractéristiques (*attributs et méthodes*) communes à toute une famille d'objets et qui permet de créer (instancier) des objets possédant ces caractéristiques. Les autres concepts importants qu'il nous faut maintenant introduire sont l'encapsulation, l'héritage et l'agrégation.

Exemple :

VOITURE

**marque**

**couleur**

**immatriculation**

Classe

Attribut

demarrer()

conduire()

Méthode

###### Les attributs d’une classe

Une classe de type entité est composée d’un ensemble d’informations élémentaires, appelée ***attribut de la classe****.*

La syntaxe générale d’un attribut : *nom\_attribut[multiplicite][type\_attribut][=valeur initiale][{propriete}]*

* *Nom\_attribut :* un attribut doit toujours être nommé
* *Multiplicité :* indication d’un nombre minimum et maximum de valeur possible de l’attribut pour une instance de la classe.

Exemple :

PERSONNE

**Nombre\_enfant [0,5]**

On pourra indiquer entre 0 et 5 le nombre d’enfants.

###### Les méthodes d’une classe

En POO, une méthode est une [**fonction**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_%28informatique%29) membre d'une [classe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Classe_%28informatique%29).

Une méthode peut être:

* une *méthode d'*[*instance*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Instance_%28programmation%29), n'agissant que sur un seul objet (instance de la classe) à la fois;
* une *méthode statique* (ou méthode de classe), indépendant de toute instance de la classe (objet).

##### Notion d’objet

* Un objet est une entité aux frontières précises qui possède une identité (un nom).
* Un ensemble d'attributs caractérise l'état de l'objet.
* Un ensemble d'opérations (méthodes) en définissent le comportement.
* Un objet est une instance de classe (une occurrence d'un type abstrait).
* Une classe est un type de données abstrait, caractérisé par des propriétés (attributs et méthodes) communes à des objets et permettant de créer des objets possédant ces propriétés.

Exemple : Instance de la classe « Voiture ».

Twingo : VOITURE

**marque = Renault**

**couleur = grise**

**immatriculation = 995 LKZ 75**

##### UML en œuvre [2] [E]

**UML n'est pas une méthode**, car ses auteurs ont en effet estimé qu'il n'était pas opportun de définir une méthode en raison de la diversité des cas particuliers. Ils ont préféré se borner à définir un langage graphique qui permet de représenter et de communiquer les divers aspects d'un système d'information. Aux graphiques sont bien sûr associés des textes qui expliquent leur contenu. UML est donc un métalangage, car il fournit les éléments permettant de construire le modèle qui, lui, sera le langage du projet.

UML 2.0 comporte ainsi **treize (13) types de diagrammes** représentant autant de vues distinctes pour représenter des concepts particuliers du système d'information. Ils se répartissent en deux grands groupes :

* **Les diagrammes utilisés pour l’étape d’analyse (7) :**
  + Le diagramme de classe ;
  + Le diagramme d’objets ;
  + Le diagramme d’états-transitions ;
  + Le diagramme d’activité ;
  + Le diagramme de collaboration ;
  + Le diagramme de séquence et de communication;
  + Le diagramme de cas d’utilisation.
* **Les diagrammes utilisés dans l’étape de conception :**
  + Le diagramme des composants ;
  + Le diagramme de déploiement.

###### Diagramme de cas d’utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation représente la structure des grandes fonctionnalités nécessaires aux utilisateurs du système. C'est le premier diagramme du modèle UML, celui où s'assure la relation entre l'utilisateur et les objets que le système met en œuvre.

**Objectif :** Son objectif principal est de rendre service à ses utilisateurs. Par conséquent, il faut comprendre les désirs et les besoins des futurs utilisateurs. Le processus de développement sera donc centré sur l’utilisateur.

Les éléments du diagramme de cas d’utilisation

* **Acteur :** c’est l’idéalisation d’un rôle joué par une personne externe, un processus ou une chose qui interagit avec un système. Il se représente par un petit bonhomme (figure 10) avec son nom inscrit dessous.



Figure 10: Représentation d'un auteur

* **Cas d’utilisation :** c’est l’usage que des acteurs font du système, généralement composé de plusieurs scénarios. Il réalise un service de bout en bout, avec un déclenchement, un déroulement et une fin. Un cas d’utilisation se représente par une ellipse (figure 2.3) contenant le nom du cas.



Figure 11: Représentation d'un cas d'utilisation

Représentation d’un diagramme de cas d’utilisation

Exemple simplifié de diagramme de cas d’utilisation modélisant une borne d’accès à une banque.

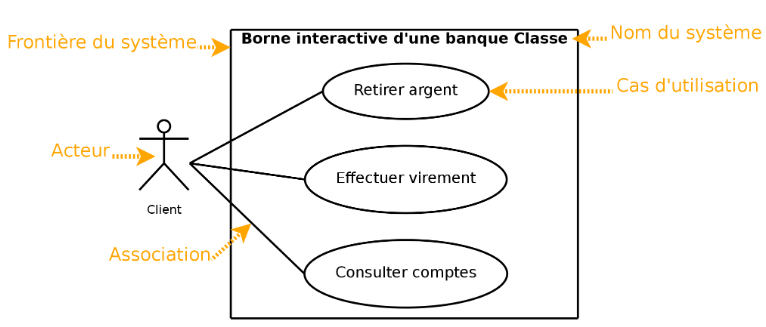


Figure 12: Représentation d'un diagramme de cas d'utilisation

###### Diagramme de classes

Le diagramme de classes est généralement considéré comme le plus important dans un développement orienté objet. Il représente l'*architecture conceptuelle du système* : il décrit les classes que le système utilise, ainsi que leurs liens.

**Objectif :** modéliser les entités du système d’information.

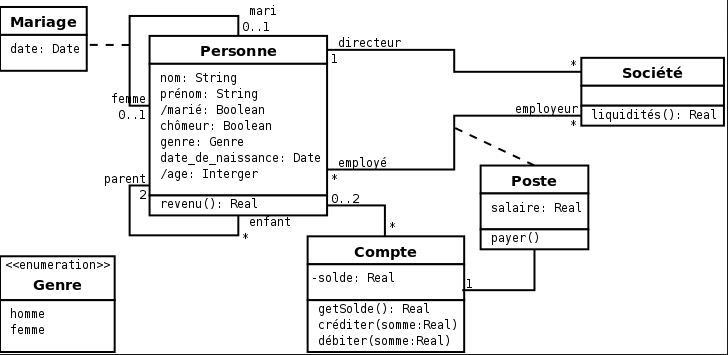


Figure 13: Exemple de diagramme de classes

###### Diagramme d’objets

Le diagramme d'objets permet *d'éclairer un diagramme de classes en l'illustrant par des exemples*. Il est, par exemple, utilisé pour vérifier l'adéquation d'un diagramme de classes à différents cas possibles.

**Objectif :** Mettre en évidence les liens entre les objets. Ils sont essentiellement utilisés pour comprendre ou pour illustrer des parties complexes de diagramme de classes.

###### Diagramme d’états-transitions

Le diagramme d'états-transitions représente la façon dont évoluent les objets appartenant à une même classe. La modélisation du cycle de vie est essentielle pour représenter et mettre en forme la dynamique du système.

**Objectif :** Représenter des traitements permettant de gérer le domaine étudié.

###### Diagramme d’activités

Le diagramme d'activités n'est autre que la transcription dans UML de la représentation du processus telle qu'elle a été élaborée lors du travail qui a préparé la modélisation : il montre l'enchaînement des activités qui concourent au processus.

###### Diagramme de séquence et de communication

Le diagramme de séquence représente la succession chronologique des opérations réalisées par un acteur. Il indique les objets que l'acteur va manipuler et les opérations qui font passer d'un objet à l'autre. On peut représenter les mêmes opérations par un diagramme de communication, graphe dont les nœuds sont des objets et les arcs (numérotés selon la chronologie) les échanges entre objets. En fait, diagramme de séquence et diagramme de communication sont deux vues différentes, mais logiquement équivalentes (on peut construire l'une à partir de l'autre) d'une même chronologie.

**Objectif :** Montrer les interactions entre objets selon un point de vue temporel.

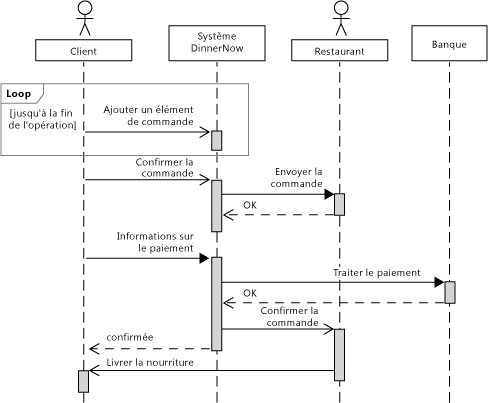


Figure 14: Exemple de diagramme de séquence

#### Analyse Orientée Objet [3]

L'analyse orientée objet (OOA en anglais) est une réflexion faite en amont de la création d'une application ou d'un logiciel. Elle a pour but **de modéliser l'ensemble des besoins de l'utilisateur** pour décrire ce qu'il faut faire. Durant l’analyse, *on oublie tout ce qui concerne l’implémentation concrète de l’application*. On reste totalement hors de tout langage spécifique.

L’objectif de l’A.O.O sera donc de construire le modèle objet du domaine ainsi que le diagramme de classe du système. C’est ce dernier qui servira de base pour la conception orienté objet.

Les étapes à suivre seront :

* L’identification des acteurs et des cas d’utilisation ;
* La construction du modèle de cas d’utilisation ;
* L’inventaire et construction du dictionnaire des objets métiers ;
* L’élaboration du diagramme d’objet du modèle ;
* La mise en place du diagramme de classe du modèle.

##### Identification des acteurs et des cas d’utilisation

Il s’agit de la solution U.M.L pour représenter le modèle conceptuel. Les cas d’utilisation permettant de structurer les besoins des utilisateurs et les objectifs correspondants du système. Ils servent de base à la traçabilité des exigences du système dans un processus de développement intégrant U.M.L.

**Exemple :**

*Nous allons utiliser comme système à modéliser le guichet automatique bancaire.*

Le client peut consulter son compte ou retirer de l’argent. Le technicien peut ravitailler en argent liquide le GAB et éteindre ou allumer le GAB surtout lors du ravitaillement. Comme ce système est simple, nous pouvons identifier clairement les acteurs : le client et le technicien ainsi que les cas d’utilisation : consulter son compte, retirer de l’argent, éteindre ou allumer GAB, ravitailler le GAB.

##### Construction du modèle de cas d’utilisation

Après avoir identifié les acteurs et les cas d’utilisations, nous pouvons dresser le diagramme de cas d’utilisation du système.

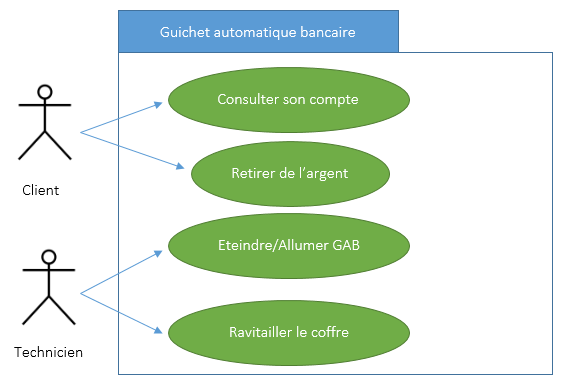


Figure 15: Diagramme de cas d'utilisation

##### Inventaire et construction du dictionnaire des objets métiers

###### Processus

Pour pouvoir identifier et dresser le dictionnaire des objets métiers, nous devons prendre chaque cas d’utilisation et d’écrire dans l’ordre le scénario du processus.

**Exemple :**

Pour le cas *« retirer de l’argent »,* on a :

* Le client insert sa carte ;
* Le client entre son code secret ;
* Le système valide le code ;
* Le client entre le montant ;
* Le système vérifie le solde, fournit de l’argent, débite le compte et rend la carte.

On cherche les noms dans la description de notre cas d’utilisation. Chaque nom peut être un objet. On filtre pour ne garder que des vrais objets qui seront les objets métiers. On pourra dresser ensuite le dictionnaire des objets métiers.

###### Dictionnaire des objets métiers

Inventaire des objets métiers

La méthode standard pour faire les inventaires des objets métiers est de lire les spécifications de l’application a développé, de considérer si chaque nom peut être un objet métier ou non et enfin, de déterminer la responsabilité de chaque verbe pour l’objet métier.

La responsabilité d’un objet est soit la connaissance d’une information, soit l’action qu’il fait.

Pour l’exemple ci-dessus, on a l’inventaire suivant :

Tableau 3: Tableau de l'inventaire des objets métiers

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NOM | TYPE | RESPONSABILITE |
| *Client* | *Acteur* | Insérer carte, entrer le code secret, saisir le montant. |
| *Carte* | *Objet* | Connaître le code secret, connaître le numéro de compte. |
| *Système* | *Acteur* | Valider, vérifier le code, fournir de l’argent. |
| *Compte* | *Objet* | Connaître le solde, débite le compte. |

Nous trouvons donc 2 objets métiers :

* La carte ;
* Le compte.

Les CRC-Card

Les CRC-Card sont des outils qui ont été proposées par *Ward Curringhan* et *Kert Beck.* Elles sont utilisées pour passer de l’inventaire des objets métiers au diagramme de classe. Une CRC-Card est une petite carte de type carte d’indexation divisée en 3 parties :

* *le nom de la classe de l’objet recensé ;*
* *la responsabilité :* tous ce que la classe est censée connaître et faire ;
* *les collaborateurs :* les autres classes qui interagissent avec la classe en question pour parfaire ces responsabilités.

Représentation d’une CRC-Card

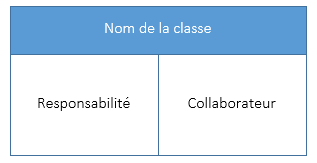


Figure 16: Représentation d'une CRC-Card

Pour l’exemple ci-dessus, on a les CRC-Card suivantes :

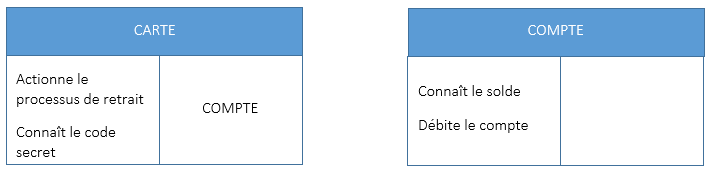


Figure 17: Exemple de CRC-Card

Diagramme de classe métier

Le diagramme de classe permet de définir quels seront les composants du système final. Il permet aussi de séparer les composantes de manière à pouvoir repartir le travail de développement entre les membres du groupe.

A partir des CRC-Card ci-dessus, nous pouvons établir le diagramme de classe de l’application.

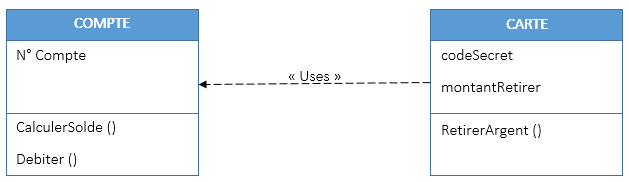


Figure 18: Diagramme de classe de l'exemple ci-dessus

###### Analyse dynamique :

Le diagramme de classe nous a permis de générer le prototype de l’application, mais il reste au développeur de coder les méthodes de chaque classe, on doit donc modéliser les actions et l’état des objets concernés à un instant donné par la méthode concernée.

Pour ce faire, nous pouvons utiliser selon le cas et selon les besoins 4 diagrammes de vu dynamique :

* Diagramme de collaboration ;
* Diagramme de séquence ;
* Diagramme d’état-transitions ;
* Diagramme d’activité.

### Langages de programmation

#### Introduction [G]

En [informatique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Informatique), un **langage de** [**programmation**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Programmation_informatique) est une notation conventionnelle destinée à *formuler des* [*algorithmes*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme) et *produire des* [*programmes informatiques*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Programme_informatique) *qui les appliquent*. D'une manière similaire à une langue naturelle, un langage de programmation est composé d'un [alphabet](https://fr.wikipedia.org/wiki/Alphabet), d'un [vocabulaire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vocabulaire), de règles de [grammaire](https://fr.wikipedia.org/wiki/Grammaire) et de [significations](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sens_%28linguistique%29).

Les premiers langages de programmation ont été créés dans les années 1950. De nombreux concepts de l'informatique ont été lancés par un langage, avant d'être améliorés et étendus dans les langages suivants. La plupart du temps la conception d'un langage de programmation a été fortement influencée par l'expérience acquise avec les langages précédents.

#### Critères de choix d’un langage [H]

Il est impossible de dire de but en blanc que tel ou tel langage soit le meilleur: Le meilleur choix sera très dépendant de vos besoins et contraintes. Les questions ci-dessous devraient vous guider.

Notez que chaque question peut ou non être importante ou pertinente pour votre projet. Tout ceci est très dépendant de votre projet.

##### Nature

* Est-ce un langage à typage fort, faible ? à typage statique/dynamique ?
* Le langage permet-il une séparation nette données/code ?
* Permet-il une séparation nette logique du programme/présentation ?
* Est-ce important pour votre projet ?
* Ce langage (et des librairies) peut-il se conformer à des standards ? (XML, SOAP, HTTP, Rosetta.Net, ITIL, RFC et protocoles divers...)

##### Portabilité

* Ce langage est-t-il dépendant d'un système d'exploitation particulier ?
* Sur combien de systèmes d'exploitation des compilateurs pour ce langage sont disponibles ? De combien de vendeurs différents ?
* Est-ce que les API et librairies que vous utilisez seront disponibles dans d'autres systèmes d'exploitation ?

##### Stabilité

* Depuis combien de temps existe ce langage ?
* Est-il encore en beta ?
* Des entreprises l'utilisent-elles ? Si oui, pour des tâches critiques ?
* Avez-vous pu trouver sur internet des discussions critiques sur ce langage ? Que disent-elles ?

##### Métier et maintenance