



Université du Québec
École de technologie supérieure

RAPPORT TECHNIQUE
PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
DANS LE CADRE DU COURS GTI792 PROJET DE FIN D'ÉTUDES EN GÉNIE DES TI

SERVICES ÉTS MOBILE

MATHIEU LEMAY
LEMM18078706

DÉPARTEMENT DE GÉNIE LOGICIEL ET DES TI

Professeur superviseur

ALAIN APRIL

MONTRÉAL, 11 AVRIL 2011
HIVER 2011

REMERCIEMENTS¹

La réalisation de ce projet de fin d'études en génie des technologies de l'information est l'accomplissement de beaucoup d'heures de travail ardues. Par contre, ce projet n'aurait pas pu être réalisé sans l'aide et le support de plusieurs personnes en particulier. Tout d'abord, j'aimerais spécialement remercier mon collègue de travail pour ce projet, Alexandre Girard, sans qui le projet n'aurait probablement pas pu être complété. Ses capacités à gérer l'imprévu, à programmer de façon structurée et à analyser m'ont grandement été utiles et cela a été très motivant.

Une autre personne que j'aimerais remercier est mon superviseur de projet, Alain April, pour son support, son aide, sa disponibilité pour nous recevoir et pour tous les conseils qu'il m'a donnés afin de remettre un projet et des artefacts de qualité.

Puis, j'aimerais remercier tous les professeurs, chargés de cours et chargés de laboratoire que j'ai eu la chance de côtoyer tout au long de mon cheminement universitaire en génie des technologies de l'information. Sans eux, je n'aurais probablement pas eu les connaissances nécessaires.

Il est également important de mentionner que tout mon savoir est le résultat des cours suivis à l'École de technologie supérieure. Les quatre années de mon cheminement à l'ÉTS furent une expérience très enrichissante et instructive. C'est pourquoi j'aimerais remercier non seulement l'école, mais l'ensemble du personnel impliqué à maintenir l'École de technologie supérieure telle qu'elle l'est aujourd'hui, c'est-à-dire, une école de premier plan en génie au Québec.

¹ La section Remerciements est basée sur le rapport d'équipe, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay. Par contre, le contenu a été adapté.

RAPPORT FINAL INDIVIDUEL SERVICES ÉTS MOBILE

**MATHIEU LEMAY
LEMM18078706**

RÉSUMÉ²

Les services en ligne offerts aux étudiants, dans une université, sont multiples et essentiels pour la réussite de tous. Il est donc très important d'y retrouver le maximum d'informations nécessaires et qu'on puisse y accéder de n'importe quel endroit. À l'École de technologie supérieure (ÉTS), plusieurs services sont disponibles via l'application en ligne *Cheminot*. On y retrouve principalement l'inscription aux cours, la visualisation de l'horaire et du dossier étudiant ainsi que le cheminement universitaire de l'étudiant avec les différents cours suivis. Il n'est actuellement pas possible d'accéder à ces services lorsqu'on utilise un appareil mobile, et ces appareils mobiles sont de plus en plus populaires auprès des étudiants.

Ce projet, Services ÉTS Mobile, consiste à concevoir une application mobile, pouvant être exécutée sur les appareils iPhone et iPod touch, qui regroupera les services les plus utilisés par les étudiants afin qu'ils puissent accéder aux informations qu'ils veulent, peu importe leur emplacement. Les services qui seront disponibles sont l'inscription aux cours, la visualisation de l'horaire et la visualisation du dossier étudiant. Tous ces services seront donc accessibles par les étudiants lorsqu'une connexion Internet sans-fil ou 3G sera à leur portée via leur appareil mobile.

Ce rapport vous présentera les différentes phases du projet, soit l'analyse, la conception et l'implémentation de Services ÉTS Mobile. Par contre, tout n'est pas présenté dans ce rapport, car les tâches ont été séparées en deux (2) pour les membres de l'équipe. On y retrouve seulement les éléments qui sont liés à l'authentification, à la consultation du dossier étudiant, à la consultation de l'horaire ainsi qu'à l'obtention d'aide.

Les éléments de ce rapport qui vous seront présentés sont, en premier lieu, l'exposé du problème, dans lequel on retrouve la problématique, le contexte, la description du projet ainsi que les objectifs. Ensuite, il sera question de la valeur technique et de conception, c'est-à-dire, de la méthodologie utilisée, les hypothèses et les analyses. Les résultats seront également présentés dans une discussion.

² La section Résumé est basée sur le rapport d'équipe, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay. Par contre, le contenu a été adapté.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
EXPOSÉ DU PROBLÈME	2
1.1 Problématique	2
1.2 Description du projet.....	3
1.3 Objectifs.....	5
MÉTHODOLOGIE ET LIVRABLES DU PROJET.....	7
1.4 Méthodologie	7
1.4.1 Approche.....	7
1.4.2 Outils utilisés	8
1.5 Livrables et planification	10
1.5.1 Description des artefacts	10
1.5.2 Planification	11
RÉSULTATS.....	12
1.6 Résultats du projet.....	12
1.6.1 Analyse	12
1.6.2 Conception	16
1.6.3 Élaboration de la solution	18
1.7 Discussion des résultats	23
1.8 Difficultés rencontrées	24
1.9 Améliorations possibles	25
CONCLUSION.....	27
RECOMMANDATIONS	28
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	29

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 : Artéfacts produits.....	10
Tableau 2 : Planification	11
Tableau 3 : Risques.....	14
Tableau 4 : Correspondance pour l'horaire.....	23

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 : Portée.....	13
Figure 2 : Architecture matérielle.....	16
Figure 3 : Écran d'authentification.....	19
Figure 4 : Écran du menu.....	19
Figure 5 : Écran du dossier étudiant.....	20
Figure 6 : Écran d'aide.....	20
Figure 7 : Écran de consultation d'horaire.....	21

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES³

App Store	Boutique en ligne pour se procurer des applications pour un appareil mobile Apple.
Applet	Un applet est un logiciel s'exécutant dans la fenêtre d'un navigateur web, <i>Cheminot</i> est un applet.
BD	Acronyme utilisé pour Base de données. C'est là où sont emmagasinées les données sur les dossiers étudiants, offre de cours, etc.
Cheminot	Système actuel utilisé par l'École de technologie supérieure pour offrir les services d'inscription et de consultation du dossier de l'étudiant en ligne.
Connexion 3G	Permet l'accès haute vitesse à Internet via un réseau cellulaire.
Diagramme UML	Langage universel qui permet de modéliser afin d'avoir une vue plus claire du problème.
Dossier étudiant	Dossier rattaché à un étudiant unique qui permet de suivre les différentes informations reliées à celui-ci.
ÉTS	Sigle pour École de technologie supérieure.
Étudiant	Un étudiant, dans notre contexte, représente une personne ayant un profil étudiant dans le système de l'ÉTS, qui est inscrite à au moins 1 cours.
iOS	Système d'exploitation installé sur les appareils mobiles suivants : iPhone, iPod touch, iPad.
iPhone / iPod touch	Appareils mobiles offerts par la compagnie Apple pour lesquels la solution s'intéresse.

³ Cette liste est reprise du document SRS de Services ÉTS Mobile, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay

Java	Technologie présentement utilisée par le système <i>Cheminot</i> , qui nécessite une machine virtuelle Java installée sur le poste.
Objective-C	Langage de programmation utilisé par tous les appareils et ordinateurs de la compagnie Apple.
Services ÉTS Mobile	Application mobile permettant aux étudiants de l'École de technologie supérieure l'inscription aux cours et de consulter leur dossier.
SRS	Document qui présente les spécifications des exigences logicielles.
SSL	Il s'agit du protocole de sécurité au nom de Secure Socket Layer, utilisé dans les applications web pour sécuriser le contenu envoyé.
Transaction	Une opération effectuée par un étudiant nécessitant un intrant et produisant un extrant qui est attaché avec un marqueur temporel et qui affecte un changement sur le dossier étudiant sur la BD.
WiFi	Technologie de communication sans-fil utilisée par un appareil mobile afin d'avoir accès à Internet en passant par un routeur sans-fil.

INTRODUCTION⁴

De nos jours, les téléphones intelligents font fureur auprès des jeunes et des moins jeunes. La raison est simple, il est facile et très rapide de communiquer avec les gens, d'obtenir l'information désirée via la connexion Internet du téléphone et d'avoir, avec soi, un ensemble d'applications utiles à portée de main, peu importe où on se trouve.

Dans le cadre du projet de fin d'études, le choix de sujet a été grandement influencé par la popularité des téléphones intelligents ainsi qu'avec l'expérience acquise avec le système de services en ligne de l'École de technologie supérieure, plus communément appelé *Cheminot*. L'objectif de ce projet est donc de concevoir une application mobile, pouvant être exécutée sur iPhone et iPod touch, dans laquelle on retrouverait la possibilité de visionner son horaire, son dossier étudiant ainsi que d'effectuer son choix de cours. L'application proposée dans ce projet de fin d'études ne vise pas à remplacer la solution actuelle (*Cheminot*), mais bien de compléter celle-ci en ajoutant une plus grande mobilité ainsi que d'une accessibilité sur d'autres types d'appareils. En combinant les 2 solutions, les étudiants disposeront de beaucoup plus de flexibilité afin d'obtenir le maximum d'informations rapidement.

Dans ce rapport, on retrouve donc le travail qui a été effectué dans le cadre du projet de fin d'études en génie des technologies de l'information. Il présente la problématique, la description du projet, les objectifs de celui-ci, la méthodologie suivie, les livrables qui ont été produits, une discussion sur les résultats, les problèmes encourus et les possibles améliorations. Pour terminer, des recommandations seront faites pour la suite de ce projet, s'il doit être continué.

⁴ L'introduction est inspirée du rapport d'équipe, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay, mais elle a été adaptée au contenu.

EXPOSÉ DU PROBLÈME

1.1 Problématique⁵

Jusqu'à ce jour, les étudiants qui veulent consulter leurs informations personnelles, soit leur dossier étudiant, leur horaire, l'évolution de leur moyenne, le cheminement dans leur programme où lorsqu'ils veulent s'inscrire aux cours, doivent nécessairement utiliser l'application *Cheminot* via le site web de l'université. *Cheminot* est un système central regroupant l'ensemble des services automatisés offert aux étudiants par l'université. Il représente donc un point d'accès critique et essentiel lors des périodes de pointe où les étudiants ont besoin de ces différents services. Pendant ces périodes, l'achalandage du site est très élevé. Par exemple, lors de la période d'inscription aux cours pour chaque session, lors de la modification de ce choix de cours, pour la consultation d'horaire et du cheminement de l'étudiant, et bien d'autres.

Par contre, l'utilisation de ce service (*Cheminot*) n'est pas accessible par tous, car certaines plateformes ne supportent pas la technologie utilisée par celui-ci, qui est la technologie Java. Il est donc nécessaire d'être équipé d'un ordinateur, d'un fureteur Internet compatible avec la plateforme Java et de la plateforme Java elle-même. Les facteurs de qualités du logiciel tels que l'accessibilité et l'interopérabilité sont donc mis en cause, car beaucoup d'étudiants se servent de leur téléphone cellulaire pour leur navigation Internet, par exemple d'un iPhone de Apple, et celui-ci ne supporte pas *Cheminot*.

⁵ La problématique est inspirée du rapport d'étape, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay. Par contre, le contenu a été adapté à la version finale du projet.

Il faut également noter que l'architecture proposée par *Cheminot* propose peu de flexibilité. En effet, la fenêtre est lancée sous la forme d'un « *applet* » ou la majeure partie du traitement de l'information se fait sur la machine du client. Ainsi, le lancement de *Cheminot* est précédé d'une série d'opérations qui affecte le critère de performance de l'application. À chaque ouverture, les étudiants doivent patienter de 5 à 10 secondes, tout dépendant de la vitesse de leur connexion Internet. Cette technique « *applet* » est de moins en moins recommandée sur le marché, car tant au niveau des performances que de la sécurité, ce n'est pas l'idéal.

De plus, l'interface graphique proposée par la solution actuelle est très contraignante. Peu de flexibilité est laissée à l'utilisateur et il n'est pas possible de redimensionner la fenêtre qui a été conçue, initialement, pour des écrans de faible résolution. Ainsi, le choix de la résolution et du système d'exploitation peut entrer en conflit avec les paramètres d'affichage prédéterminés par *Cheminot*.

L'objectif primaire de ce projet est de permettre aux étudiants d'accéder aux services offerts par l'École de technologie supérieure (ÉTS), peu importe leur emplacement, et même lorsqu'ils n'ont pas accès à un ordinateur. La création d'un tel projet permettra également de revoir l'architecture « *applet* » actuelle afin de l'optimiser pour une plateforme mobile et ne pas compromettre la performance de l'appareil. Une solution sur une plateforme mobile prédéterminée permet également de standardiser l'interface et d'assurer la qualité de celle-ci, peu importe l'utilisateur.

1.2 Description du projet

Le projet de Services ÉTS Mobile consiste à concevoir un système de consultation et d'inscription pour les étudiants, et ce, via une application mobile. Le choix de la plateforme est basé sur plusieurs facteurs importants que voici. Le but recherché est évidemment de rejoindre le plus grand nombre d'étudiants possible, il faut donc choisir une plateforme populaire et grandement utilisée auprès des étudiants de l'École de technologie supérieure. Il

est également important que les utilisateurs puissent accéder aux services offerts, peu importe leur emplacement géographique, pour ne pas devoir rester près d'un ordinateur lors des périodes de pointe, comme pour l'inscription. Il faut donc utiliser une plateforme mobile, et les 2 choix possibles sont la plateforme iOS, qui équipe les appareils iPhone et iPod touch de la compagnie Apple, et la plateforme Android, qui est utilisée par un très grand nombre de téléphones cellulaires.

La plateforme qui a finalement été retenue est celle du iPhone / iPod touch, le iOS. La raison est simple, le iPhone est un des téléphones les plus vendus dans le monde, son interface est très facile d'utilisation et quelques milliards de téléchargements d'applications ont été effectués, démontrant la popularité du iPhone. De plus, afin de confirmer le tout, un sondage⁶ auprès de 40 étudiants de l'ÉTS a permis de valider cette affirmation initiale, soit que le iPhone est l'appareil mobile le plus populaire et le plus intéressant pour y développer une telle application.

Services ÉTS Mobile pourra fournir plusieurs services auxquels les étudiants de l'ÉTS ont accès, actuellement, via le site web de l'université (à l'aide de l'application *Cheminot*). L'application sera limitée aux fonctions de consultation d'horaire, de consultation du dossier étudiant et d'un service de choix de cours, incluant l'ajout de cours à l'horaire ainsi que la suppression de cours. À noter que dans ce présent rapport, seulement les fonctions d'authentification, de consultation du dossier étudiant, de consultation de l'horaire ainsi que l'obtention de l'aide seront traités.

L'application mobile se doit d'être très bien optimisée et facile d'utilisation, car tous les services seront réunis sur un écran d'une dimension de 3,5 pouces (environ 9 cm) de

⁶ Le sondage se trouve en annexe II du document de vision, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay

diagonale. Pour ce faire, une barre de navigation dans la partie supérieure de l'écran sera utilisée afin de pouvoir facilement naviguer entre les différentes fenêtres et chaque fenêtre sera disposée de la même façon, pour garder une certaine homogénéité.

1.3 Objectifs

Les objectifs de cette application mobile sont simples. Premièrement, l'objectif principal est de faciliter l'accès aux différents services en ligne offerts par l'École de technologie supérieure. Donc, il faut concevoir une application mobile, qui pourra être accessible sur la plateforme iOS du iPhone et du iPod touch, et qui sera accessible de partout grâce à la connexion 3G pour le réseau cellulaire ou la connexion WiFi pour la connexion Internet sans-fil. L'application permettra à l'étudiant de s'authentifier avec l'aide d'une fenêtre de connexion sécurisée, dans laquelle il faut fournir le code d'accès universel et le mot de passe associé. Ces deux (2) informations sont les mêmes qui sont présentement utilisées pour l'accès à *Cheminot*.

Ensuite, un autre objectif est d'offrir un outil de consultation du dossier de l'étudiant, dans lequel on retrouverait son nom, prénom, ville, numéro de téléphone, programme d'études, etc. Ce service permettra aux étudiants de l'ÉTS de retrouver l'ensemble des informations se retrouvant dans leur dossier étudiant personnel. Ainsi, s'ils trouvent des erreurs dans leur dossier, ils pourront en aviser le registraire pour s'assurer de la bonne cohérence de celui-ci.

Offrir un outil de consultation d'horaire fait également partie des objectifs principaux. Cet outil permettra d'afficher l'horaire de l'étudiant pour la session en cours. Ceci facilitera la vie de tous, car il sera désormais inutile de trainer un horaire en format papier sur soi, tout sera disponible sur son appareil mobile. L'horaire permettra de visualiser les professeurs ainsi que les locaux des cours.

Finalement, en rassemblant le tout, il faut offrir une multitude de services accessibles à un même endroit, soit sur une application mobile simple et facilement accessible. L'interface doit être très simple permettant ainsi de naviguer dans les différents outils facilement.

Pour résumer, voici les objectifs du projet :

- *Faciliter l'accès aux différents services en ligne offerts par l'École de technologie supérieure*
- *Offrir un outil de consultation du dossier étudiant (nom, prénom, ville, numéro de téléphone, citoyenneté, programme d'études, etc.)*
- *Offrir un outil de consultation d'horaire*
- *Offrir une multitude de services accessibles via une même application mobile simple et facilement accessible*

MÉTHODOLOGIE ET LIVRABLES DU PROJET

1.4 Méthodologie

Pour un projet informatique de cette envergure, il est essentiel de suivre une bonne méthodologie de travail si on veut que tout se déroule bien et que les délais prévus soient respectés. Dans cette section, il y aura une description de l'approche utilisée ainsi qu'une présentation de tous les outils qui auront été nécessaires tout au long du projet.

1.4.1 Approche

Pour atteindre l'ensemble des objectifs du projet, on se devait de choisir un processus de développement logiciel bien adapté au projet et sur lequel on pourrait se baser du début jusqu'à la fin. Suite à l'analyse des pour et des contre de plusieurs processus reconnus, celui qui a été retenu est OpenUP (anciennement au nom de OpenUP/Basic). Il convient parfaitement au projet présent, car il conserve les caractéristiques essentielles de RUP / Unified Process en utilisant une approche itérative, comprenant des cas d'utilisation, la gestion des risques et une approche centrée sur l'architecture. OpenUP est conçu pour des petits projets informatiques, avec des équipes de travail jusqu'à 6 personnes et comportant 3 à 6 mois d'efforts de développement. Il était important d'adopter un processus itératif, car cela permet un retour en arrière en tout temps et une subdivision du travail en plus petites étapes, permettant d'avoir un produit fonctionnel plus rapidement.

La méthodologie OpenUP a permis de produire les documents essentiels dans la phase d'analyse et de conception du projet. Au tout début, la phase départ est de mise. Elle est grandement axée sur l'analyse des besoins et du projet. On y retrouve, principalement, le plan de projet, l'analyse des cas d'utilisation, l'identification des risques, un glossaire, des exigences, une liste d'acteurs et finalement un document de vision. Lorsque cela est complété, la prochaine phase est l'élaboration. C'est à ce moment que le projet commence réellement à prendre forme. Il y a, dans l'élaboration, un modèle des cas d'utilisation, une description de l'architecture logicielle, un plan de développement ainsi qu'un prototype de la

solution finale. Par la suite, il faut passer à la phase de construction, là où l'implémentation de l'application se fait, en grande majorité. L'accent est donc mis sur le développement du système. Le code source est donc produit pour le serveur et pour l'application mobile. À la suite de cette phase, une première version fonctionnelle du projet sera disponible. La quatrième et dernière phase du projet est la transition. Cette étape ne sera pas complétée en entier car, pour les besoins du projet, il n'est pas possible de livrer l'application finale dans les délais disponibles. Donc, dans la phase de transition, on retrouve habituellement le déploiement de l'application, un soutien aux usagers et la correction de bogues soumis par les utilisateurs.

Pour résumer, les 4 principales étapes du développement du projet sont les suivantes :

- *Départ*
- *Élaboration*
- *Construction*
- *Transition*

1.4.2 Outils utilisés

Les outils présentés dans cette section sont ceux qui auront été utilisés durant tout le projet, autant au début que dans la phase finale du projet.

Tout d'abord, Microsoft Word et le logiciel de correction Antidote ont été grandement utilisés pour la rédaction des artefacts de RUP. Microsoft PowerPoint a été utilisé pour concevoir la présentation du projet. L'outil Eclipse a été utilisé pour la création du code du serveur en langage de programmation Java. Il sert également pour effectuer les tests unitaires de celui-ci. Xcode et Interface Builder sont utilisés pour écrire le code de l'application mobile sur iPhone / iPod touch, en utilisant le langage de programmation Objective-C. Toutes les maquettes et les interfaces utilisateurs ont été réalisées à l'aide de l'outil Balsamiq Mockups. Une base de données MySQL a été utilisée pour permettre de

fournir les données à l'application mobile. Finalement, l'outil Visual Paradigm a servi pour produire les diagrammes UML pour plusieurs artefacts.

Pour résumer, les outils qui ont été utilisés afin de générer les différents livrables du projet sont les suivants :

- *Microsoft Word*
- *Microsoft PowerPoint*
- *Druide Antidote*
- *Eclipse*
- *Xcode*
- *Interface Builder*
- *Balsamiq Mockups*
- *MySQL*
- *Visual Paradigm*

Plusieurs outils ont été nécessaires pour effectuer la gestion de l'ensemble du projet. Le principal est Dropbox, qui a servi à la fois de gestion des versions du code source et pour partager les artefacts entre les membres de l'équipe. Évidemment, l'outil Microsoft Word a été utilisé pour faire l'échéancier du projet ainsi que le plan de travail. Finalement, la méthodologie de travail est basée sur OpenUP pour la plupart du projet, soit pour les livrables et pour le cycle de vie de Services ÉTS Mobile.

En résumé, les outils utilisés pour la gestion du projet sont les suivants :

- *Dropbox*
- *Microsoft Word*
- *OpenUP*

1.5 Livrables et planification

Cette section permet d'identifier les artefacts du projet qui seront réalisés pendant toutes les phases de celui-ci. On retrouve également la description de chaque artefact et la planification de leur réalisation.

1.5.1 Description des artefacts

Tableau 1 : Artefacts produits⁷

Nom de l'artefact	Description
Document de vision	Ce document permet de positionner le problème, d'identifier les intervenants et de décrire, de façon globale, le projet et ses fonctionnalités requises. L'objectif d'un tel document est donc de collecter, d'analyser et de définir les besoins et les caractéristiques du projet.
Document sur les choix d'architecture	Il présente le choix retenu au niveau de l'architecture logicielle et réseau, donc de la technologie utilisée. On y retrouve également une explication des choix vis-à-vis les classes logicielles créées et des liens entre les interfaces.
Spécification des exigences logicielles (SRS)	On y retrouve l'ensemble des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles ainsi que des contraintes spécifiques afin de bien définir l'application. Il comporte aussi un glossaire, la liste des acteurs, les cas d'utilisation, et les diagrammes associés. Avec ce document, il est alors possible de débiter l'implémentation de l'application.

⁷ La liste des artefacts est inspirée du rapport d'étape, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay

Document d'assurance qualité	Il décrit tous les objectifs liés à la qualité du logiciel, les différentes activités prévues et une planification des tests.
------------------------------	---

1.5.2 Planification

Tous les artefacts ont été livrés selon la date prévue. Par contre, un (1) seul document, qui était prévu initialement, n'a pas été produit en raison du manque de temps et de la pertinence de celui-ci. Il s'agit du document de tests, comme on peut le voir dans le tableau 2 ci-dessous. La planification complète du projet est disponible en annexe VII du rapport d'équipe.

Tableau 2 : Planification

Livré dans les délais	Non livré
<ul style="list-style-type: none"> • Document de vision • Document de spécifications des exigences logicielles • Document d'architecture logicielle • Document d'assurance qualité 	<ul style="list-style-type: none"> • Document de tests

RÉSULTATS

1.6 Résultats du projet

Cette section du document sera axée sur les résultats de l'ensemble du projet, en commençant en début de projet et allant jusqu'à la toute fin de celui-ci. Il y aura donc les résultats de l'analyse, de la conception et de l'élaboration (implémentation).

1.6.1 Analyse

Il était essentiel, afin de bien cerner les besoins des utilisateurs potentiels, de faire une analyse poussée et bien structurée. Dans cette section, il y aura la présentation des parties les plus importantes de l'analyse. Par contre, tous les détails ne sont pas présentés et donc, pour avoir de plus amples détails, il faut se référer au document de vision, disponible en annexe II du rapport d'équipe.

1.6.1.1 Portée

Il est important d'identifier ce qui fait partie du projet et ce qui ne le fait pas, afin de bien délimiter la portée de celui-ci. Avant tout, il faut rappeler que la portée de ce document ne représente pas le projet au complet, dû à la séparation des tâches. Donc, comme on peut le voir dans la figure 1 ci-dessous, seulement les modules d'authentification, de consultation d'horaire, de consultation du dossier étudiant ainsi que pour l'obtention d'aide seront traités.

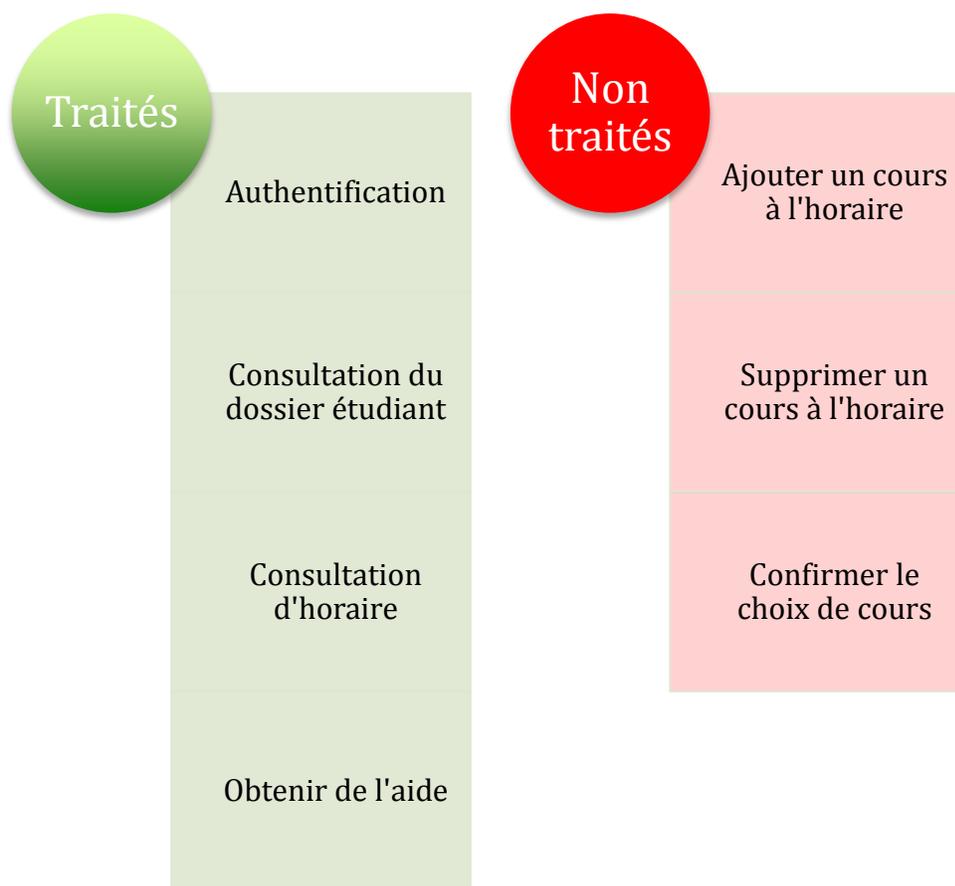


Figure 1 : Portée

Le module d'authentification est relativement simple, il permet à un étudiant de l'ÉTS de pouvoir s'authentifier via son code d'accès universel et son mot de passe. Le module de consultation du dossier étudiant est en lecture seulement. Aucune modification au dossier n'est possible. On retrouve, dans cette section, l'ensemble des informations se retrouvant dans le dossier de l'étudiant : nom, prénom, ville, adresse, numéro de téléphone, citoyenneté, programme d'études, etc. Le module de consultation d'horaire est, une fois de plus, en mode lecture seulement, aucune modification n'est possible. On y retrouve donc la liste des cours inscrits pour la session courante avec le sigle du cours, le numéro de groupe ainsi que la plage horaire associée. Finalement, il sera possible pour tout utilisateur, d'obtenir de l'aide à chaque écran, en appuyant sur le bouton correspondant. Le module d'obtention d'horaire s'occupe d'afficher correctement l'aide à l'utilisateur.

1.6.1.2 Risques

Parmi l'ensemble des risques qui ont été identifiés lors du rapport d'étape, voici donc ceux qui s'appliquent aux modules spécifiés précédemment.

Tableau 3 : Risques⁸

Risque	Impact	Probabilité	Mitigation / atténuation
Leadership	Moyen	Bas	Délégation d'un membre de l'équipe comme étant celui qui dirigera le projet.
Conflit d'équipe	Moyen	Bas	Rencontres régulières entre les membres de l'équipe et discussion des idées de chacun.
Disponibilité des membres de l'équipe	Moyen	Bas	Prévoir d'avance les rencontres et planifier les plages horaires disponibles pour les membres de l'équipe.
Difficulté d'implémentations	Élevé	Élevé	Le iPhone/iPod touch utilise un système d'exploitation indépendant des autres langages connus du marché avec ses propres librairies. De plus, la programmation pour une plateforme mobile implique de l'optimisation de code étant donné les limitations de l'appareil (mémoire, processeur, réseau, etc.). L'utilisation de ressources en ligne permettra de limiter les embûches.

⁸ Le tableau de risques provient du rapport d'étape, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay

Perception des utilisateurs	Moyen	Moyen	Aller chercher les réactions d'un ou plusieurs utilisateurs types durant les différentes phases de développement de l'application.
Retard dans l'échéancier	Élevé	Élevé	Découper le projet en plusieurs projets et livrables afin d'obtenir des étapes de remises fréquentes et réalisables.
Temps de réponse de l'application/Problème de performance	Moyen	Faible	L'utilisation des meilleurs standards de développement sur la plateforme iPhone devrait limiter ce problème.

L'ensemble des risques a été identifié très tôt dans le déroulement du projet et n'a pas été pris à la légère. Donc, ce fut relativement facile, pour la plupart des risques, de les contrôler et de réduire la probabilité qu'ils surviennent. Le seul élément pour lequel l'équipe a rencontré de réels problèmes est la difficulté d'implémentation, car le langage de programmation utilisé était méconnu des programmeurs. On a donc dû attribuer beaucoup d'heures supplémentaires à l'étape d'implémentation afin de contrôler le risque. Pour ce qui est des risques liés à l'équipe de travail, tout s'est déroulé comme prévu et il n'y a rien à signaler.

1.6.1.3 Contraintes

Afin de développer l'application mobile sur les appareils de type iPhone et iPod touch, il est nécessaire d'utiliser les outils de développement offerts par Apple, ce qui implique de programmer avec le langage de programmation Objective-C. Il est également très important de concevoir une interface qui répond bien aux spécifications des appareils mobiles, c'est-à-dire, de prendre en compte la grandeur de l'écran, qu'il s'agit d'un appareil à écran tactile, etc.

1.6.2 Conception

Lorsque la phase d'analyse du projet de Services ÉTS Mobile a été complétée, il était maintenant temps de s'attaquer à la phase de conception de l'application mobile. Tout d'abord, il est important de connaître l'architecture matérielle proposée sur laquelle l'application mobile devra fonctionner. La figure 2 ci-dessous présente les différents échanges d'informations possibles ainsi que les liens existants.

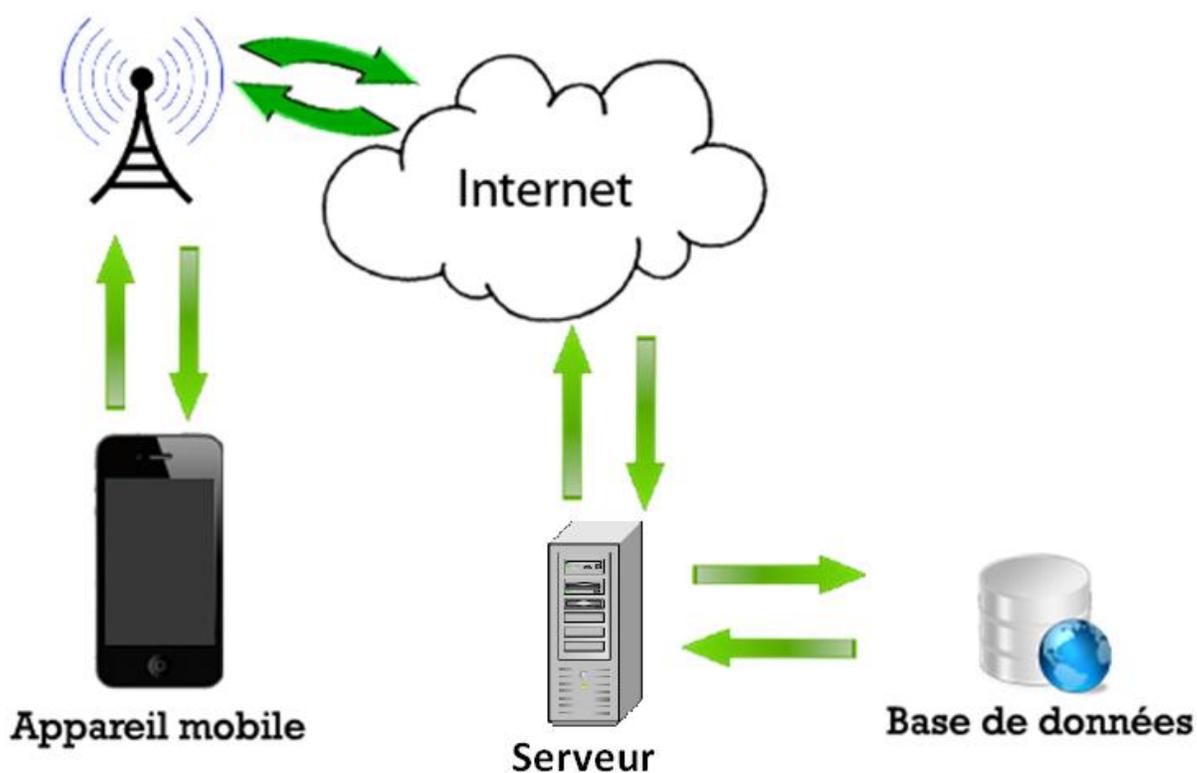


Figure 2 : Architecture matérielle⁹

⁹ La figure est prise du document de vision, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay

On peut voir, dans la figure 2 ci-dessus, que les appareils mobiles accèderont à la base de données via Internet et ce, en utilisant la connexion 3G ou par un accès WiFi. On peut voir les échanges d'informations qui seront effectués.

L'application mobile effectuera des requêtes destinées à l'application serveur qui traitera la demande en utilisant les données de la base de données. Ensuite celle-ci retournera la demande traitée à l'application qui affichera le résultat à l'utilisateur. Aucune insertion dans la base de données n'est possible, les données sont en lecture seulement. Par exemple, lorsqu'un étudiant, à l'aide de son iPhone, appuie sur l'icône du dossier étudiant, le iPhone envoie, via la connexion Internet, une demande au serveur en lui demandant d'avoir les informations de son dossier. Le serveur, de son côté, va effectuer la requête nécessaire à la base de données et par la suite, le serveur retourne au iPhone le résultat et celui-ci sera affiché à l'écran.

Pour que le tout fonctionne, il faut que le serveur ainsi que la base de données aient une adresse IP statique, c'est-à-dire que celle-ci ne doit pas changer. La raison est que l'adresse du serveur est enregistrée dans le code du iPhone et si l'adresse change, il sera alors impossible de communiquer avec le serveur. Il va de même entre le serveur et la base de données.

Au niveau des classes logicielles, toute la logique a été concentrée sur le serveur afin que les appareils mobiles effectuent le moins d'opérations possible. Donc, c'est le serveur qui connaît ce que sont un cours, un horaire et un étudiant. Au niveau du iPhone, il sait seulement ce qu'il doit afficher à l'écran. Ainsi, l'application est beaucoup plus sécuritaire, car le code source qui effectue le traitement ne se retrouve pas sur chaque appareil, mais à un (1) seul endroit, sur le serveur. Pour connaître les détails de toutes les classes logicielles avec le diagramme de classes, il faut se référer au document de spécifications des exigences logicielles (SRS), qu'on trouve en annexe III du rapport d'équipe.

1.6.3 Élaboration de la solution

Dans le cadre de ce projet, il a été convenu de développer un prototype fonctionnel permettant de démontrer les cas d'utilisation de base et le fonctionnement de l'application. Pour développer le projet, il faut créer les interfaces utilisateurs, les classes logicielles au niveau du serveur et au niveau du client ainsi qu'un module d'accès aux données. En premier lieu, les interfaces développées pour l'application mobile seront présentées et par la suite, les échanges avec le serveur seront décrits.

1.6.3.1 Interfaces utilisateurs

Les interfaces, pour toute application, doivent être bien présentées, pas trop chargées et il doit être facile de trouver ce que l'on cherche. Ces éléments ont été bien réfléchis avant de fournir la version finale des interfaces. Par ailleurs, quelques étudiants ont donné leur opinion à propos des différents écrans afin de bien cerner les besoins des utilisateurs potentiels.

Le premier écran à présenter est l'écran d'authentification, qu'on peut voir à la figure 3 ci-dessous. La présentation globale est simple. On y retrouve principalement un court texte qui invite l'utilisateur à s'authentifier et deux (2) champs où il faut entrer le code universel ainsi que le mot de passe. Deux (2) boutons sont également présents, l'un est pour confirmer l'authentification et l'autre pour effacer le contenu des deux (2) champs présents. Un bouton d'aide est disponible au bas à droite, représenté par un point d'exclamation. Bien que les membres de l'équipe ne soient pas des graphistes, ils ont essayé de rendre la présentation la plus belle possible avec une bande au bas et un dégradé de couleur pour l'écran de fond.



Figure 3 : Écran d'authentification



Figure 4 : Écran du menu

Lorsqu'authentifé, l'utilisateur arrive dans l'écran du menu, présenté à la figure 4 ci-dessus. Il est alors possible de choisir le service qu'il désire en appuyant sur l'icône voulue. À noter que l'icône de choix de cours n'est pas traitée dans ce présent rapport. Il y a toujours un bouton d'aide, au bas à droite, afin de guider l'utilisateur, en cas de problème. Dans la barre de navigation, au haut, il est possible de se déconnecter.

La prochaine interface présentée est la visualisation du dossier étudiant. On retrouve l'écran à la figure 5 ci-dessous. L'apparence globale est très neutre, de l'écriture noire sur fond blanc. Par contre, de cette, façon, tout est très clair et il n'y a rien de confus. À noter que

cet écran est en lecture seulement, la seule action que l'utilisateur peut effectuer est un retour au menu, en appuyant sur le bouton correspondant ou encore d'obtenir de l'aide.



Figure 5 : Écran du dossier étudiant



Figure 6 : Écran d'aide

Un autre écran très important pour l'utilisateur est l'écran d'aide, représenté à la figure 6 ci-dessus. Pour chaque écran de l'application, il est possible d'obtenir des informations supplémentaires, soit pour trouver ce que l'on cherche ou tout simplement pour savoir comment utiliser l'application. Lorsqu'on est dans la fenêtre d'aide, la seule action possible de l'utilisateur est un retour en arrière, qui retourne à l'écran précédent. Une fois de plus, cette interface est très simple, du texte noir sur un fond blanc, mais avec une icône en arrière-plan, représentant un point d'interrogation.

Finalement, le dernier écran qui sera présenté est l'écran de l'horaire, qu'on retrouve à la figure 7 ci-dessous. L'horaire est en consultation seulement, aucune modification n'est possible et la seule action disponible pour l'utilisateur est un retour en arrière ou pour l'obtention d'aide (le bouton d'aide dans la figure 7 n'était pas encore disponible lors de la prise de cette photo, par contre, présentement il est bel et bien présent dans l'application). L'horaire est présenté du lundi au vendredi, et pour chaque journée, il y a 3 cases de disponibles, soit le matin, l'après-midi et le soir. L'heure de début et de fin pour chaque cours est inscrite dans la case du cours elle-même. Afin d'offrir une présentation plus agréable de l'horaire, l'écran a été tourné pour être en mode paysage.



The image shows a smartphone screen displaying a course schedule. The status bar at the top shows 'Carrier', signal strength, '4:39 PM', and battery level. A 'Retour' button is in the top left. The title 'Horaire' is centered. The schedule is a table with columns for days of the week (Lundi to Vendredi) and rows for time periods (AM, PM, Soir). The AM row shows a course on Monday. The PM row shows courses on Tuesday, Wednesday, and Thursday. The Soir row is empty.

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
AM	CHM131-01 COURS 9H00-12H30				
PM		LOG120-01 COURS 13H30-17H30	CHM131-01 TP/LAB 13H30-16H30	LOG120-01 TP/LAB 13H30-16H30	
Soir					

Figure 7 : Écran de consultation d'horaire

1.6.3.2 Échanges avec le serveur

Les données présentes dans l'application iPhone proviennent d'une base de données, et c'est le serveur qui envoie les données au iPhone, lorsque demandé. Lors de l'authentification avec le serveur, le iPhone envoie une chaîne sous la forme suivante :

CONNECT-CodeUniversel,MotDePasse
Ex : CONNECT-AH12345,12345

Par la suite, le iPhone est en mode réception et il attend la réponse du serveur. Si le serveur ne répond pas dans un délai de 5 secondes, un message s'affiche à l'écran qui dit que le serveur est indisponible. Lorsque le serveur répond, il répond sous cette forme :

CONNECT-TRUE/FALSE,NuméroSession
Ex. : CONNECT-TRUE,182

Pour le dossier étudiant, le processus est similaire à l'authentification. Le client iPhone envoie au serveur une chaîne sous la forme suivante :

GETDOSSIER-NuméroSession
Ex. : GETDOSSIER-182

Le serveur sait alors ce qu'il doit faire pour aller chercher le dossier de l'étudiant en question, puis il retourne au iPhone la réponse sous la forme suivante :

SETDOSSIER-NuméroSession,Nom,Prénom,Adresse,Citoyenneté,etc.
Ex : SETDOSSIER-182,Lemay,Mathieu,1100 rue Notre-Dame,
Montréal, H3L1C5, etc.

L'ordre des données est toujours le même, il est alors facile pour l'appareil mobile de savoir exactement où sont situées les données et à quel endroit il doit les placer dans l'écran.

Finalement, pour l'horaire de l'étudiant, le processus est une de fois de plus très similaire aux précédents. L'appareil mobile envoie au serveur une chaîne sous la forme suivante :

GETHORAIRE-NuméroSession
Ex. : GETHORAIRE-182

Le serveur sait alors ce qu'il doit faire pour aller chercher l'horaire de l'étudiant en question, puisqu'une session est associée à un seul étudiant. Il effectue les requêtes à la base de données et il retourne au iPhone la réponse sous la forme suivante :

SETHORAIRE-NuméroSession, L1, L2, L3, Ma1, Ma2, Ma3, Me1, Me2, Me3, J1, J2, J3, V1, V2, V3

Ex : SETHORAIRE-182,,, ING160-01 COURS 18h00 à 21h00,,,etc.

Tableau 4 : Correspondance pour l'horaire

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
MATIN	L1	Ma1	Me1	J1	V1
PM	L2	Ma2	Me2	J2	V2
SOIR	L3	Ma3	Me3	J3	V3

L'horaire reçu est formaté en fonction de chaque journée et de chaque période. Lorsqu'aucun cours n'est à l'horaire pour le lundi matin, par exemple (qui est le premier paramètre), il sera alors vide et quand un cours est présent, on voit dans l'exemple la forme qu'on retrouve. Avec ces informations, l'appareil mobile connaît l'horaire au complet de l'étudiant et la place dans les bonnes cases.

1.7 Discussion des résultats¹⁰

La réalisation de ce projet, qui se veut une preuve de concept, a été parsemée d'embûches surtout durant la phase d'implémentation. Par contre, le résultat final obtenu est très concluant et répond bien aux objectifs établis initialement. La popularité du iPhone/iPod touch à l'École de technologie supérieure était un facteur important quant au choix de la plateforme à utiliser. Il devient donc intéressant de proposer, avec ce projet, une solution de

¹⁰ La discussion des résultats est inspirée du rapport d'équipe, par Alexandre Girard et Mathieu Lemay

Cheminot en version mobile sur cette plateforme. Le résultat demeure une preuve de concept étant donné qu'il n'utilise pas l'architecture en place de l'école et, du même coup, ne peut être utilisé directement par l'ÉTS.

Suivant l'implémentation, il était important de faire tester l'application à quelques étudiants ayant eu la gentillesse, dans les phases préliminaires, de remplir un léger sondage lié au choix de la plateforme. Ils avaient suggéré, en majorité, la plateforme iPhone/iPod touch. Les réactions ont été positives et de façon générale, ils suggéreraient à l'école d'aller de l'avant avec un tel outil mobile.

En suivant un processus itératif, avec la méthodologie OpenUP, cela a permis de mettre en pratique les différentes phases dans un projet de conception d'un logiciel. Il a donc été possible de réaliser les différents artefacts appris au cours de notre formation dans le cadre d'un projet tangible et de plus grandes envergures que ceux effectués au cours des laboratoires des différents cours du baccalauréat en génie des technologies de l'information.

Finalement, le projet est une réussite, mais demeure une preuve de concept qui est loin d'être complète afin de respecter l'ensemble des exigences non fonctionnelles établies, que ce soit au niveau de la sécurité ou de la maintenance. Ceux-ci n'ont pu être respectés selon notre volonté initiale étant donné les contraintes de temps reliées au projet.

1.8 Difficultés rencontrées

Le développement du projet n'a pas été de tout repos. En effet, l'équipe de travail a rencontré plusieurs difficultés durant les différentes phases du projet. Comme mentionné antérieurement, le langage de programmation utilisé était méconnu. Un des principaux problèmes en lien avec cette difficulté est qu'on ne savait pas comment faire pour ouvrir un processus (*thread*), du côté du iPhone, qui serait en écoute constante et toujours prêt à

recevoir des données du serveur. Peu d'exemples étaient disponibles sur Internet et cela a donc pris beaucoup plus de temps que prévu initialement.

Les communications entre le iPhone et le serveur ont également été problématiques. Parfois, lorsqu'on envoyait trop d'informations à la fois via le lien de communication, l'information ne se rendait pas. Également, on s'est rendu compte que pour chaque ligne d'information qu'on transmet, il faut toujours ajouter des caractères de fin pour dire que la chaîne est prête à être envoyée et qu'elle est complète. Bref, les communications ont été un souci constant, mais finalement, tout fonctionne parfaitement.

Finalement, une dernière difficulté rencontrée est que la base de données était installée seulement sur l'ordinateur d'un des deux membres de l'équipe. Cela avait pour effet que pour celui qui n'avait pas accès à la base de données, il devait travailler soit sur autre chose ou bien travailler en présence de l'autre membre. Par contre, ce n'est qu'à la toute fin du projet que ceci a vraiment été un problème, car avant cela, on n'utilisait pas de base de données.

1.9 Améliorations possibles

Puisque l'application n'est pas complète, il est évident que plusieurs améliorations sont non seulement possibles, mais très suggérées. En premier lieu, la sécurité n'a pas été implémentée dans le projet. Donc, pour chaque communication entre le serveur et l'appareil mobile, l'information est transmise en clair sur le réseau, incluant le code universel et le mot de passe. Une grande amélioration serait d'y implémenter de la sécurité, soit en utilisant le protocole de sécurité *Secure Socket Layer* (SSL) ou en utilisant toute autre forme de chiffrement.

Une autre amélioration qui serait grandement appréciée est l'apparence globale de l'application. Bien qu'on se soit forcé à embellir les écrans, aucun des membres de l'équipe

ne possède des talents en graphisme. L'emphase avait été mise sur les fonctions plutôt que sur la beauté de la chose, ce qui est normal pour une preuve de concept.

Également, il faut noter que ce ne sont pas tous les services qui ont été pensés et implémentés dans ce projet. Il serait intéressant d'avoir d'autres modules afin de pouvoir, entre autres, de visualiser les résultats académiques d'un étudiant et de visualiser et peut-être même de payer une facture pour les frais de scolarité.

Bref, ce ne sont pas les améliorations qui manquent à ce projet. Si l'équipe de projet avait eu plus de temps à leur disposition, il est évident que plusieurs des améliorations énumérées auraient été implémentées.

CONCLUSION

La réalisation de ce projet a présenté de nombreux défis aux membres de l'équipe, tant au niveau de l'architecture du projet qu'à l'implémentation de celui-ci. L'objectif initial était d'aider les étudiants de l'École de technologie supérieure en leur offrant un moyen simple et efficace d'utiliser les services de l'école. L'application mobile Services ÉTS Mobile permet donc aux étudiants de consulter leurs informations personnelles tout en étant sur leur appareil de type iPhone ou iPod touch.

L'approche adoptée a été choisie de façon à réduire le plus possible les risques liés au développement de l'application et cela a porté fruit. Les outils de développement choisis, qui étaient presque tous gratuits, ont convenu à merveille, aucune difficulté n'a été soulevée à ce niveau. Bien qu'on ait connu quelques problèmes pendant le déroulement du projet, en particulier pendant la phase d'implémentation, le résultat final est concluant. La solution proposée répond bien aux besoins des étudiants et étudiantes de l'ÉTS. Par contre, avant que le projet puisse être utilisé par le département d'informatique de l'école, plusieurs améliorations seront nécessaires, comme mentionner dans ce rapport.

Malgré tout, ce projet a permis de mettre en œuvre l'ensemble des compétences des membres de l'équipe qui ont été acquises durant leur formation au baccalauréat. Les aspects traités ont été autant au niveau de l'analyse, de la conception, de l'implémentation, des tests unitaires qu'en base de données.

Finalement, les facteurs clés de la réussite du projet peuvent être résumés par l'utilisation d'une méthodologie formelle, le respect des objectifs préétablis, les suivis de l'avancement du projet par itération et une bonne communication et distribution de charge entre les membres de l'équipe.

RECOMMANDATIONS

Suite au développement de ce projet, quelques recommandations peuvent être proposées. Tout d'abord, l'équipe de travail croit qu'il serait plus qu'intéressant de s'associer au département d'informatique de l'ÉTS afin que l'application mobile soit complétée et ainsi qu'elle puisse être utilisée par les étudiants. Il est évident que l'ensemble des étudiants pourrait bénéficier de ce service via leur appareil mobile et ce, tout à fait gratuitement.

Pour faire suite au projet, il faudra continuer le développement de l'application tout en utilisant les processus déjà établis. Également, la méthodologie de développement doit être appliquée afin de faciliter plusieurs tâches dans le futur, telles que la maintenance et la gestion de la qualité. Dans la prochaine phase de développement, il faudra, le plus rapidement possible, intégrer une solution de sécurité telle que le protocole *Secure Socket Layer* (SSL).

Un aspect très important qu'il faudra prendre en compte et qui n'a pas été traité jusqu'à présent dans ce projet est la capacité du serveur et de la base de données. Il faudra effectuer plusieurs tests afin de s'assurer que le serveur puisse supporter un minimum de plusieurs centaines d'utilisateurs simultanés, tout en offrant un temps de réponse minimal. Donc, plusieurs tests devront être faits, soit des tests de charge, des tests de performance ainsi que des tests de régression. Si le processus est suivi à la lettre, lors de la livraison de l'application, la solution sera fiable et répondra parfaitement aux besoins des étudiants.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LARMAN, Craig. 2006. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis And Design And Iterative Development, third edition, USA: Prentice Hall PTR, 703 pages.

Introduction to OpenUP, 2008. OpenUP. En ligne.

<<http://epf.eclipse.org/wikis/openup/>>. Consulté le 20 janvier 2011.

École de technologie supérieure (ÉTS), 2011. ÉTS. En ligne.

<<http://www.etsmtl.ca/>>. Consulté le 20 janvier 2011.

ChemiNot, 2011. ÉTS. En ligne.

<<http://lancelot.etsmtl.ca/cheminot/go.html>>. Consulté le 20 janvier 2011.

The Objective-C Programming Language, 2011. Apple. En ligne.

<<http://developer.apple.com/library/mac/#documentation/Cocoa/Conceptual/ObjectiveC/>>

Consulté le 20 février 2011.

LEMAY, Mathieu et GIRARD, Alexandre, Rapport d'étape, GTI792-Projet de fin d'études en génie des technologies de l'information

LEMAY, Mathieu et GIRARD, Alexandre, Document des spécifications des exigences logicielles, GTI792-Projet de fin d'études en génie des technologies de l'information

LEMAY, Mathieu et GIRARD, Alexandre, Document de vision, GTI792-Projet de fin d'études en génie des technologies de l'information

SRS document template, 2011. Villanova University Department of Computing Sciences. En ligne. <http://www.csc.villanova.edu/~tway/courses/csc4181/srs_template-1.doc>. Consulté le 30 janvier 2011.

Vision document template, 2011. School of Science and Computer Engineering. En ligne. <<http://sce.uhcl.edu/whiteta/sdp/visionDocumentTemplate.doc>>. Consulté le 16 janvier 2011.

Cocoa Asynchronous Socket, 2011. Google code project. En ligne. <<http://code.google.com/p/cocoaasyncsocket/>>. Consulté le 5 mars 2011.

Alphanumeric characters validation in Objective-C, 2009. Stack Overflow. En ligne. <<http://stackoverflow.com/questions/1671605/how-to-check-if-a-string-only-contains-alphanumeric-characters-in-objective-c>>. Consulté le 10 mars 2011.

Classes Reachability, 2011. Apple. En ligne. <http://developer.apple.com/library/ios/#samplecode/Reachability/Listings/Classes_Reachability_m.html>. Consulté le 8 mars 2011.

Icône de choix de cours, 2011. Spanishmedellin. En ligne. <<http://spanishmedellin.com/images/icon-courses.png>>. Consulté le 30 février 2011.

Icône du dossier étudiant, 2011. Imagemania. En ligne. <<http://www.imagemania.net/data/media/30/Dossier%203D.png>> . Consulté le 30 février 2011.

Icône de l'horaire , 2011. Geekpedia. En ligne. <http://www.geekpedia.com/Pictures/Icons/schedule_1736_128.png>. Consulté le 30 février 2011.