

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de la Manouba

Institut Supérieur des Arts Multimédia



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Préparé en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Informatique appliqué aux Multimédia

Code INLOG1

SUSTAINAPP



UNIVERSITÉ
LAVAL



LABORATOIRE
CIRRELT

Réalisé par

Anas NEUMANN, Cycle Ingénieur INLOG

Encadré par

Ph.D. Jihene MALEK, ISAMM,
Ph.D. Adnène HAJJI, CIRRELT/Université Laval

Année Universitaire 2016-2017

Table des matières

Introduction Générale	3
I. Présentation générale	4
II. Organisme d'accueil	6
III. Méthodologie de travail	10
Etat de l'Art	17
I. Revue de la littérature	18
II. Applications similaires	26
III. Choix et orientations	27
Conception de Sustainapp	27
I. Analyse des besoins fonctionnels	28
II. Conception technique et architecturale.....	28
III. Conception graphique	28
Réalisation du projet	28
Tests et Déploiement.....	29
I. Tests et validation	30
II. Déploiement du projet	30
III. Communication.....	30
Conclusion	31
Bibliographie.....	31
Table des figures.....	32
Table des tableaux	33



Introduction Générale

I. Présentation générale

I.1. Contexte du projet

Le cycle ingénieur est un cursus qui se démarque par la double aptitude qu'il confère à ses diplômés. En effet un ingénieur est d'une part un professionnel se devant de maîtriser l'aspect technique de ce qu'il réalise et dans le cas d'un ingénieur diplômé de l'Institut Supérieur des Arts Multimédia de Manouba (*ISAMM*), cet aspect regroupe la réalisation d'applications multimédia telles que des plateformes web, applications mobiles, jeux interactifs ou encore de réalité virtuelle. D'une autre part, l'ingénieur a également pour vocation d'être à terme un concepteur et gestionnaire de projet, formé donc aux différentes formes de gestion que cela implique (financière, humaine, communication) et capable d'imaginer des solutions à de nouveaux problèmes¹.

Ce projet de fin d'études vient donc concrétiser cette formation en amenant l'étudiant à utiliser toutes les recourses qu'ils lui ont été transmises durant le cycle afin de concevoir, gérer et réaliser un projet concret. Ce projet est également une expérience d'insertion pour l'étudiant qui le réalise au sein d'une entreprise ou d'un laboratoire de recherche. Ce projet a ainsi été réalisé au sein du Laboratoire *CIRRELT*² (Université Laval) à Québec durant une période de 4 mois de mars à juillet 2017 et dont l'aspect technique a porté sur la réalisation d'une plateforme web et mobile appelée « *Sustainapp* »³.

I.2. Sujet du projet

Le sujet du projet tel que définit initialement par le *CIRRELT* consiste au développement et à l'évaluation d'une application utilisant les principes de la « *Gamification* ». Avec cette application, on peut cibler les comportements plus écoresponsables au sein d'une ville intelligente afin de promouvoir le développement durable.

On peut remarquer que ce projet possède deux parties : une partie de recherche et une autre purement appliquée. La première partie devra donc porter sur une recherche des principes de la « *Gamification* » ainsi que sur une méthodologie de conception applicable pour le domaine du développement durable et des gestes écoresponsables. La deuxième quant à elle est purement informatique et consiste donc au développement et au déploiement d'une application qui appliquera les modèles principes découverts dans la première partie.

On peut également noter qu'en plus de s'intéresser à la théorie socio-informatique « *Gamification* », ce projet s'intègre dans deux domaines très importants de nos jours : l'écologie et les villes intelligentes. Les gestes écoresponsables cités dans le sujet font référence à l'un des objectifs de

¹ Programme officiel du cycle ingénieur de l'ISAMM : <http://www.isa2m.rnu.tn/CycleIng.php>

² *CIRRELT* : Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport

³ *Sustainapp* : combine « Sustainable » (Durable) et « App » (Application).

développement durable tels que décrit par les nations unies⁴ qui concerne la protection de la planète. Les Nations Unies ont par ailleurs émis une liste des gestes écoresponsables à effectuer au quotidien sur leur site web officiel⁵.

En outre, le fait de spécialiser les gestes écoresponsable aux villes intelligentes n'est pas anodin. En effet, les villes intelligentes, définies sur par l'Université Laval comme les villes dont la gouvernance choisi de mettre en place une infrastructure technologique et informatique permettant d'améliorer la vie du citoyen⁶, ont un rôle primordiale dans la réalisation des objectifs définis par les Nations Unies. La gouvernance de ces villes sont les décideurs qui peuvent choisir ou non de mettre en place les infrastructures permettant aux citoyens d'agir écologiquement responsable. Ainsi, il est nécessaire que ce projet porté sur l'écologie intègre la notion intelligente. Les premières villes avec qui le CIRRELT souhaite enclencher un partenariat autour du projet seraient Québec et Montréal.

⁴ **Objectifs de Développement Durables** : <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

⁵ **Liste des gestes écoresponsables** : <http://www.un.org/sustainabledevelopment/takeaction/>

⁶ **Villes Intelligentes** : <http://www4.fsa.ulaval.ca/la-recherche/centres-groupes-et-laboratoires/centre-de-recherche-sur-les-communautés-intelligentes-cerci/mission/>

II. Organisme d'accueil

II.1. Le CIRRELT

Le projet Sustainapp a été réalisé au sein du Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport (CIRRELT). Le CIRRELT se décrit de lui-même sur son site officiel comme « un laboratoire né en mai 2006 de la fusion du Centre de recherche sur les transports (CRT) de l'Université de Montréal (UdeM), l'École Polytechnique et HEC Montréal, du Centre de recherche sur les technologies de l'organisation réseau (CENTOR) de l'Université Laval et du groupe Polygistique de l'École Polytechnique, auxquels se sont joints les chercheurs de l'UQAM regroupés autour de la Chaire de recherche industrielle du CRSNG en management logistique »⁷.



Figure 1 : Logo du CIRRELT

Ainsi le CIRRELT est aujourd'hui un laboratoire partagé sur plusieurs écoles (Université Laval, McGill, Concordia, ETS, UQAM, HEC Montréal, l'École Polytechnique de Montréal et l'Université de Montréal) et est principalement financé par le « *Fond de Recherche, Nature et Technologies* » du Québec ainsi que le « *Fond de Recherche Société et Culture* » du Québec.



Figure 2 : Instituts membres du CIRRELT

Les principaux cinq axes de recherche du CIRRELT sont⁸ :

- **Agrégation de métadonnées** : connaissance des bases de données, anticipation des besoins d'information, construction d'approches intégrées
- **Innovations théoriques** : transition énergétique, intermodalité en transport de marchandises, résilience des réseaux, internet physique
- **Développements méthodologiques** : méthodes d'optimisation et de simulation, méthodes d'analyse de la résilience, méthodes de recherche comparative
- **Solution de problèmes** : problèmes économiques, problèmes environnementaux, problèmes sociaux

⁷ Site web du CIRRELT : <https://www.cirrelt.ca/>

⁸ Axes de recherches du CIRRELT : https://www.cirrelt.ca/?Page=AXES_RECHERCHE_NOUVEAUX

- **Indicateurs de performance** : fluidité des trafics, compétitivité des chaînes logistiques, mesures d'adaptation aux changements environnementaux

Comme on peut le remarquer, notre sujet est principalement lié au quatrième axe, la mise en place de solution aux problèmes environnementaux et sociaux.

II.2. L'Université Laval

L'Université Laval (UL)⁹ est une université canadienne et plus particulièrement québécoise fondée en 1852 à l'initiative du Séminaire de Québec. L'UL est le plus ancien établissement d'enseignement supérieur francophone en Amérique et l'un des plus grands de par ses 48 000 étudiants et 422 programmes d'études.



Figure 3 : Logo actuel de l'Université Laval



Figure 4 : l'Université Laval et locaux du CIRRELT

Le fait que ce projet a été réalisé au sein des locaux CIRRELT de l'Université Laval, dans la Faculté des Sciences de l'Administration (FSA) a une importance particulière. En effet *Sustainapp* a été pensé de manière à lier à la fois les axes de recherche du laboratoire aux champs d'action décidés par

⁹ Site web officiel de l'Université Laval : <https://www.ulaval.ca/>

l'Université Laval en vue de créer un véritable partenariat autour de ce projet en terme notamment d'administration de la plateforme et de promotion du projet chez les étudiants.

L'Université Laval met en avant les actions qu'elle compte entreprendre sur son site officiel. Ces objectifs sont chiffrés, décrit et planifiés dans des documents PDF mis en ligne et on retrouve sur le site l'état actuel d'avancement. Le Développement Durable est l'un des domaines qu'elle met le plus en avant en y consacrant dix axes d'interventions ¹⁰ :

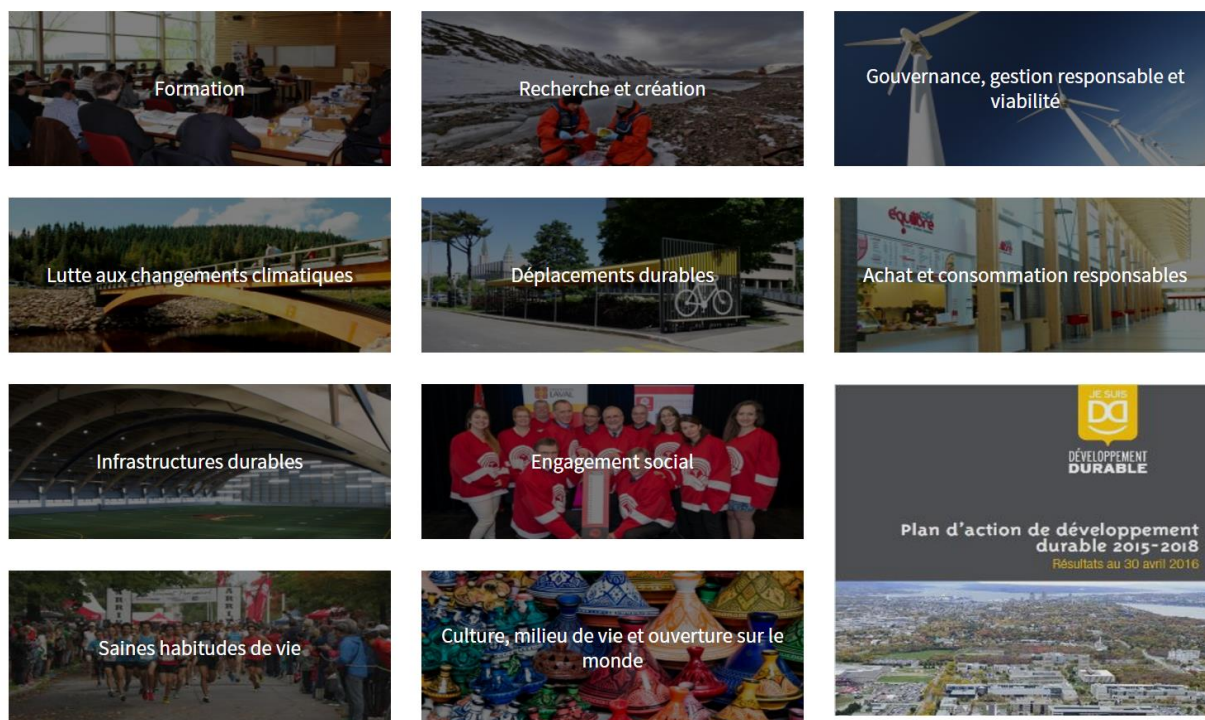


Figure 5: Axes d'interventions relatifs au développement durable

L'équipe du projet a décidé d'intégrer les fonctionnalités de *Sustainapp* principalement dans l'axe « Formation » en termes d'écologie et « Engagement Social » dans le développement durable.

II.3. Le CeRCI

Pour être encore plus précis, le projet est une initiative de l'équipe du CeRCI (Centre de Recherche sur les Communautés Intelligentes)¹¹ dont les membres, enseignants chercheurs à l'Université Laval et au CIRRELT ont été mes encadrants durant ce stage¹².

¹⁰ Axes d'interventions relatifs au développement durable : <https://www.ulaval.ca/developpement-durable.html>

¹¹ Description en ligne du CeRCI : <http://www4.fsa.ulaval.ca/la-recherche/centres-groupes-et-laboratoires/centre-de-recherche-sur-les-communautes-intelligentes-cerci/>

¹² Membres du CeRCI : <http://www4.fsa.ulaval.ca/la-recherche/centres-groupes-et-laboratoires/centre-de-recherche-sur-les-communautes-intelligentes-cerci/membres/>

Le CeRCI, comme son nom le laisse entendre, oriente ses recherches autour du concept de ville intelligente et a donc souhaité finalement que le projet, en plus de respecter les axes d'intervention de L'université et les axes de recherche du CIRRELT, soit également orienté dans ce domaine.

III. Méthodologie de travail

III.1. Méthodologie de gestion de projet

de par la nature du projet (fonctionnalités non définies à l'avance, technologie nouvelle pour le développeur, forte probabilité de retour en arrière), il a paru évident qu'il fallait utiliser pour la gestion de ce projet une méthodologie de gestion « Agile » avec un cycle de vie donc incrémental et itératif. Cependant l'application parfaite de la méthodologie *SCRUM* aurait été impossible car le fait d'être un unique développeur fait perdre le sens à certains rôles (*Scrum Master*) et certaines pratiques telles que la réunion quotidienne de l'équipe (« *Daly Scrum* »).

Nous avons donc opté pour une méthodologie mixte reprenant les avantages de *SCRUM* et supprimant uniquement les éléments incompatibles avec la nature du projet, et avons obtenu le résultat suivant :

- **La Réunion Mixte** : une réunion en début de sprint, planifiée sur l'agenda Google, à laquelle assistent le développeur ainsi que les membres dirigeants du laboratoire (encadrant et clients). Cette réunion permet à la fois de présenter la release du Sprint précédent (« *Sprint Review* ») et de planifier les fonctionnalités ou user stories à développer durant le prochain Sprint (« *Plannification du Sprint* »). Chaque Sprint a une durée variant entre 2 et 3 semaines.

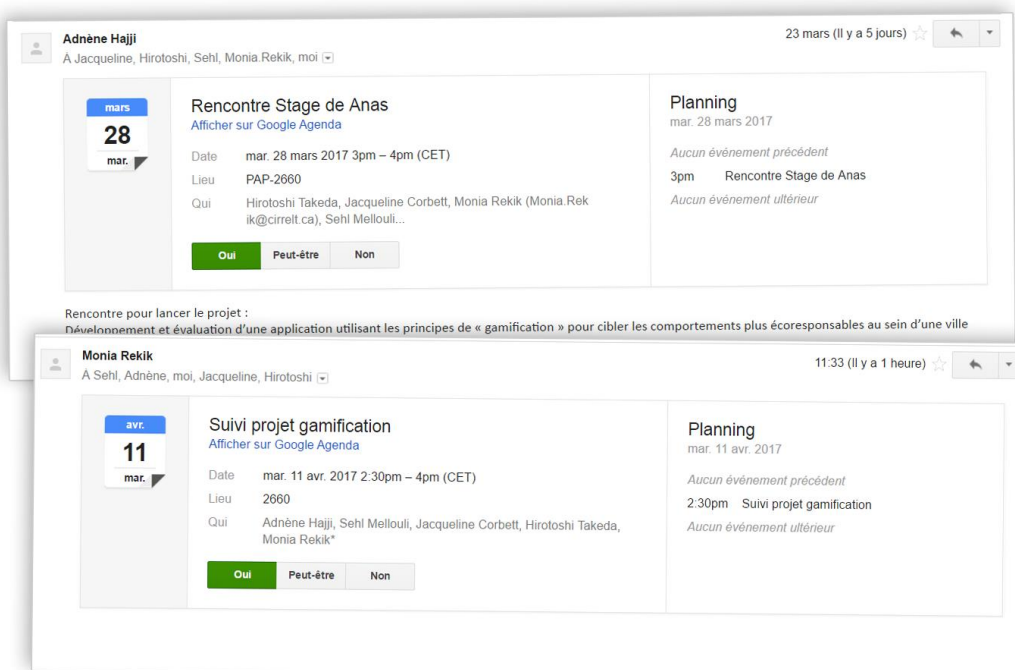


Figure 6: Réunions Mixtes

- **Le tableau de tâches** : Créé à la suite de chaque réunion mixte et maintenu à jours tout au long du Sprint, le tableau a deux principales utilités : permettre au développeur de gérer son temps et son avancement mais aussi faire connaître l'avancement en cours au encadrant et

principalement à l'encadrant universitaire se trouvant dans un autre pays et ne pouvant donc pas assister aux réunions mixtes. Pour cela nous avons choisi d'utiliser l'outil de gestion de projet de la plateforme Uprod'it¹³ que j'ai développé moi-même dans le cadre d'un projet associatif. L'outil Uprod'it permet d'avoir pour chaque Sprint : un tableau de tâches, un fil d'actualité et un calendrier de rappel des réunions.

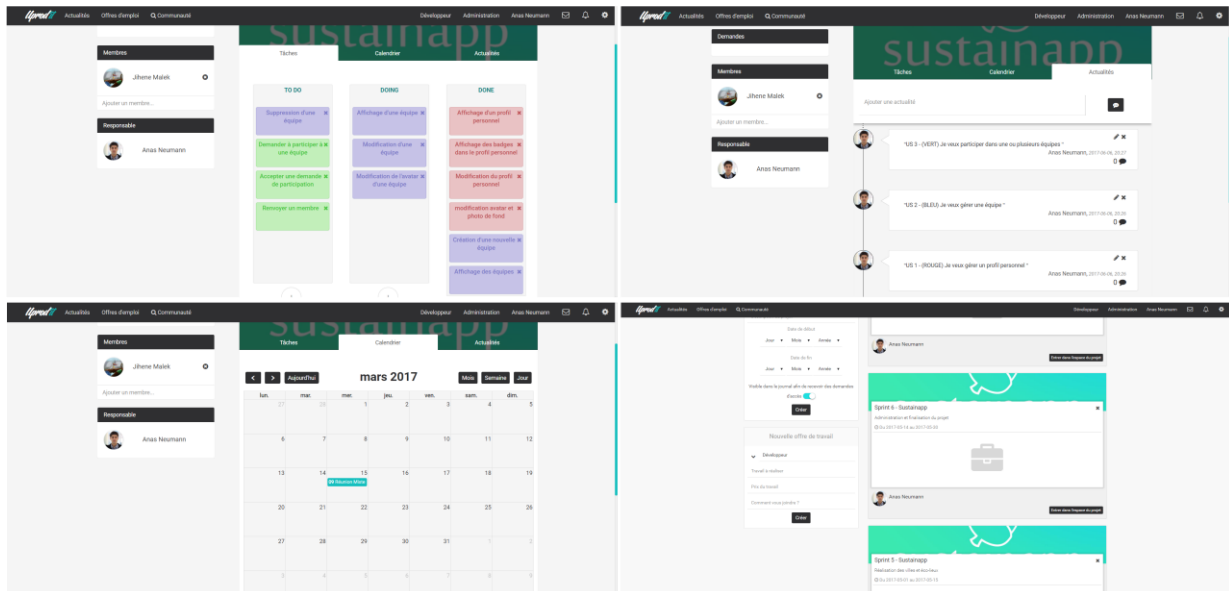


Figure 7: Module de gestion de projet de Uprod'it

- **Les rôles** : Les membres du CIRRELT/CeRCI ont à la fois été les clients du projet désirants obtenir l'application mais aussi des encadrants conseillant sur les méthodologies de recherche à utiliser. Tandis que j'ai joué le rôle de concepteur/développeur/testeur ainsi que de « *backlog owner* » (gestionnaire des tableaux de tâches).
- **Les releases** : Chaque sprint a produit un produit partiel appelé « *release* » qui peut être testé par les clients durant les réunions. Afin de garantir que le développement n'affecte pas en mal la release précédente, nous avons travaillé avec le système de versions/branches *GIT*. Ce système permet par ailleurs plusieurs avantages : pouvoir revenir en arrière si la version actuelle présente des problèmes, faire de l'intégration continue des versions, travailler à plusieurs développeurs sur le même code de manière synchronisé (si à l'avenir le projet prend de l'ampleur et qu'il serait avantageux de grandir l'équipe).

Pour cela, on installe sur le serveur du CIRRELT un outil appelé « *Gitlab* » qui permet de créer le « *repository* » de versions et offre également une visibilité sur le code présent dans le repository (résultats des exécutions de tests, langages présents dans le code, fréquence de commit fait par chaque développeur ...)

¹³ Plateforme web Uprod'it : www.uprodit.com

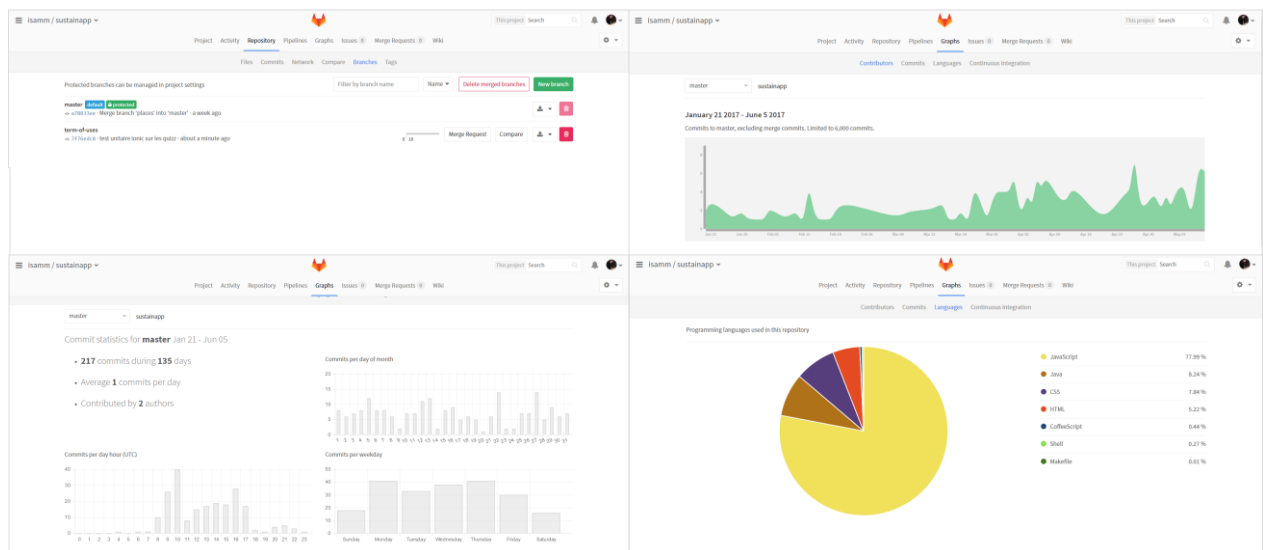


Figure 8: Interface de Gitlab

Enfin, on installe sur les postes des développeurs (un seul dans ce cas) un shell GIT permettant d'exécuter les commandes de synchronisation et de création de version. On peut également pour faciliter cette étape installer en plus une interface telle que «*Github Desktop*» qui permet d'exécuter les commandes en un simple clic.

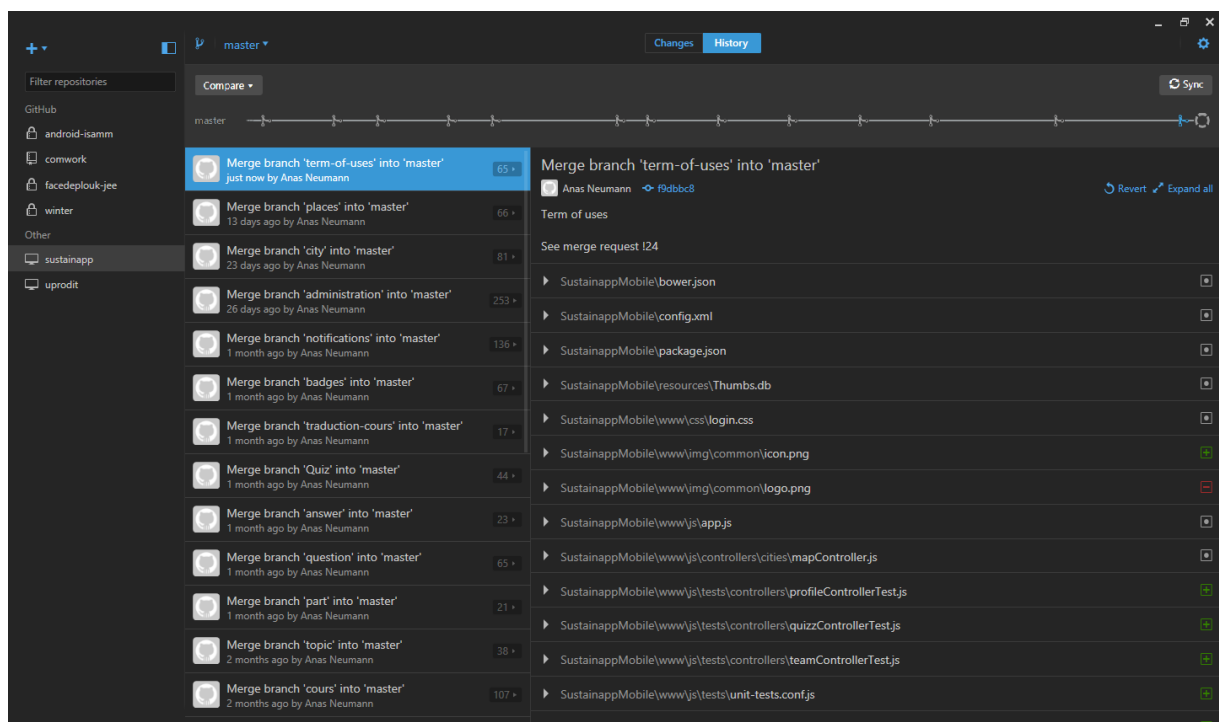


Figure 9 : Interface de Github Desktop

III.2. Qualité du produit

En plus de mettre en place un processus de gestion « industrielle » du projet, nous avons également souhaité garantir un certain niveau de qualité du produit (interne et externe).

Pour cela, nous avons établi des règles de travail à chaque étape (conception, développement, réalisation graphique, tests, déploiement) qui permettent de satisfaire les six facteurs de qualité cités dans la norme ISO/IEC 9126.

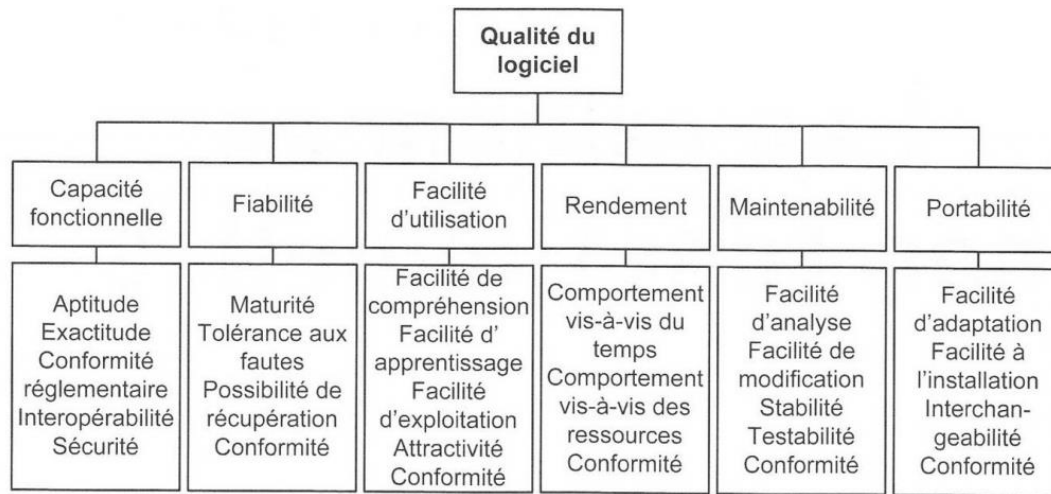


Figure 10 : Les facteurs de qualité de la norme ISO 9126

Portabilité :

- Utilisation de technologies cross-plateformes durant la phase de développement afin de pouvoir compiler nativement sur divers système d'exploitation mobile ou obtenir une version web.
- Déploiement sur les stores les plus connus de manière à faciliter l'installation.

Maintenabilité :

- Respect de règle de nommage (*camelcase*¹⁴, nom de variables et méthode explicite)
- Organisation des fichiers et du code de manière à respecter les principes de l'architecture logiciel orientée service ainsi que le MVC¹⁵ (séparation des données, des traitements et de l'interface).
- Documentation du code en utilisant les annotations prévues à cet effet (date, version, description), de la conception technique en utilisant UML ainsi que de la conception graphique.
- Respect de règles de code (limite de taille de méthode, pas de code en doublon, pas de code non utilisé).
- Bonne utilisation des principes de la POO (réutilisabilité, autonomie).

Rendement :

¹⁴ **camelcase** : est une manière de nommer une variable ou méthode dans les langage objet en utilisant les majuscules.

¹⁵ **MVC** : Model-View-Controller

- Bonne gestion du cycle de vie des objets (Injection de dépendances¹⁶, singletons, limite des instanciations)
- Optimisation de la taille des réponses REST via un protocole.
- Compression des images et fichiers multimédia avant enregistrement en base.
- Bonne gestion de l'*ORM* pour éviter les allers retours inutiles dus aux annotations de jointures.
- Utilisation de *framework* modernes.
- Utilisation de technologies temps réel (websocket) lors de la phase de développement.

Facilité d'utilisation :

- Respect des habitudes visuelles et graphiques des utilisateurs (material design¹⁷, menu à gauche).
- Schéma de navigation des interfaces simplifié (avec un maximum de 3 niveaux de profondeur).

Fiabilité :

- Tests unitaires sur tous les modules (serveur, web, mobile) exécuté à chaque intégration à l'aide de l'outil *Jenkins*¹⁸
- Utilisation de *Jenkins* également pour relancer automatiquement l'application en cas de panne (lors de l'étape du déploiement).
- Création d'un système de signalement permettant aux utilisateurs de signaler d'éventuels problèmes à corriger.

Capacité fonctionnelle :

- Validation de chaque fonctionnalité par l'ensemble des membres dirigeant du CeRCI
- Gestion de la sécurité (Cryptage en base des mots de passes, utilisation de token)

Comme on peut le remarquer, nous avons prévu à l'avance, avant même l'étape de conception certains choix technologiques et certains besoins non fonctionnels ou architecturaux ce qui normalement est déconseillé par les méthodologies agiles. Mais cela a été fait pour une raison étudiée : certains principes de l'agilité comme ceux que nous avons transgressés sont aujourd'hui remis en cause car gênant pour la bonne réalisation d'un projet et particulièrement la partie architecturale¹⁹.

Enfin l'utilisation combinée de nos principes de conception/développement ainsi que la méthodologie de gestion du projet utilisée nous permet d'atteindre le niveau 2 du *CMMI*²⁰ «discipliné», bien que cela ne puisse être prouvé puisque cela nécessiterait l'avis d'un organisme officiel.

¹⁶ Article sur l'injection de dépendances : https://fr.wikipedia.org/wiki/Injection_de_d%C3%A9pendances

¹⁷ Site web officiel du material design : <https://material.io/guidelines/>

¹⁸ Site web officiel de Jenkins : <https://jenkins.io/>

¹⁹ Article portant sur les problèmes de l'agilité : <http://blog.neoxia.com/agilite-et-architecture/>

²⁰ CMMI : Capability Maturity Model Intégration

Cependant le niveau « discipliné » implique d'avoir des rôles et responsabilités connus et de respecter les sept domaines suivants :

- **gestion des exigences** : réalisé durant les réunions de revue de sprint et validation des fonctionnalités
- **planification de projet** : réalisé grâce au tableau de tâches (dans lequel chaque tâche est mesurée en complexité temporelle).
- **Suivi de projet** : réalisé également durant les réunions et via l'interface du *gitlab*.
- **gestion des fournisseurs** : dans notre cas le CIRRELT possède déjà le matériel nécessaire à la réalisation et l'hébergement du projet.
- **utilisation de métriques** : nous mesurons le temps de réponse de l'application ainsi que le nombre d'aller en base.
- **l'assurance qualité** : réalisé grâce aux règles et usages prévu dans la partie précédente.
- **gestion de configuration** : réalisé par l'utilisation des environnements *Jenkins* et *Gitlab* côté server et est automatique du côté mobile lors de l'installation.

III.3. Outils et environnements



Pour la conception UML, nous avons utilisé StarUML, dont l'interface s'est révélée très agréable et complète.



Pour le développement nous avons utilisé l'environnement Eclipse qui a l'avantage de comprendre les branches GIT et de gérer de nombreux langages.



Pour la réalisation graphique nous avons utilisé Adobe Photoshop, sans doute l'un des plus utilisés dans le domaine.

Enfin pour la recherche d'articles scientifique nous avons utilisé l'outil de l'Université Laval



Figure 11: Interface de l'outil de recherche d'articles



Etat de l'Art

I. Revue de la littérature

Comme nous l'avons dit dans l'introduction ce projet n'est pas classique dans le sens où le cahier des charges ne contient pas une liste de fonctionnalités que le client voudrait voir créer mais plutôt une théorie, la « *gamification* », que le laboratoire aimerait tester sur le domaine du développement durable afin de promouvoir ce dernier. De plus cette application devrait faire intervenir le concept de ville intelligente et s'intégrer dans les axes d'intervention de l'Université Laval.

Ainsi avant de concevoir l'application, il a été obligatoire pour nous de réaliser deux études :

- Une première étude sur les articles scientifiques, thèses et travaux publiés en relation avec la gamification et plus particulièrement la gamification de l'écologie.
- Une étude des produits existants (application mobile, web ou jeu) qui pourraient inspirer notre travail.

I.1. La Gamification

La première notion que nous avons à étudier est la gamification, l'intérêt de l'utiliser, ses apports possible dans le domaine de l'écologie ainsi que les possibles méthodologies permettant de la mettre en place.

1.1.1. Définition et avantages :

Bien que la définition puisse varier très légèrement d'un article à l'autre, La gamification, aussi appelée « *ludification* », correspond en fait à l'application des mécanismes issus des jeux [et des réseaux sociaux] dans un contexte dit sérieux afin d'accroître la motivation de l'utilisateur.

En effet on peut remarquer que le jeu déclenche un plaisir à l'utilisation qui pourrait amener l'utilisateur à se fidéliser, à souhaiter accroître sa fréquence d'utilisation ou encore à éprouver de l'intérêt pour le sujet.

Cependant, il existe de nombreuses dérivées de la gamification selon le type du produit ou de l'activité créée. Par exemple le « *serious game* » bien que basé sur le même esprit que la gamification se différencie par le fait que le *serious game* est un jeu à part entière possédant un *gameplay*²¹ et souhaitant faire passer un message dit sérieux alors qu'un produit dit « *gamifié* » ou « *ludifié* » n'est pas un jeu, l'objectif sérieux n'est pas sous-entendu mais au contraire c'est le mécanisme du jeu qui doit être subtil.

²¹ **gameplay** : les éléments graphiques, sensoriels, et ludiques (histoire, décors, musique) permettant de créer l'expérience d'immersion ressentie par le joueur.

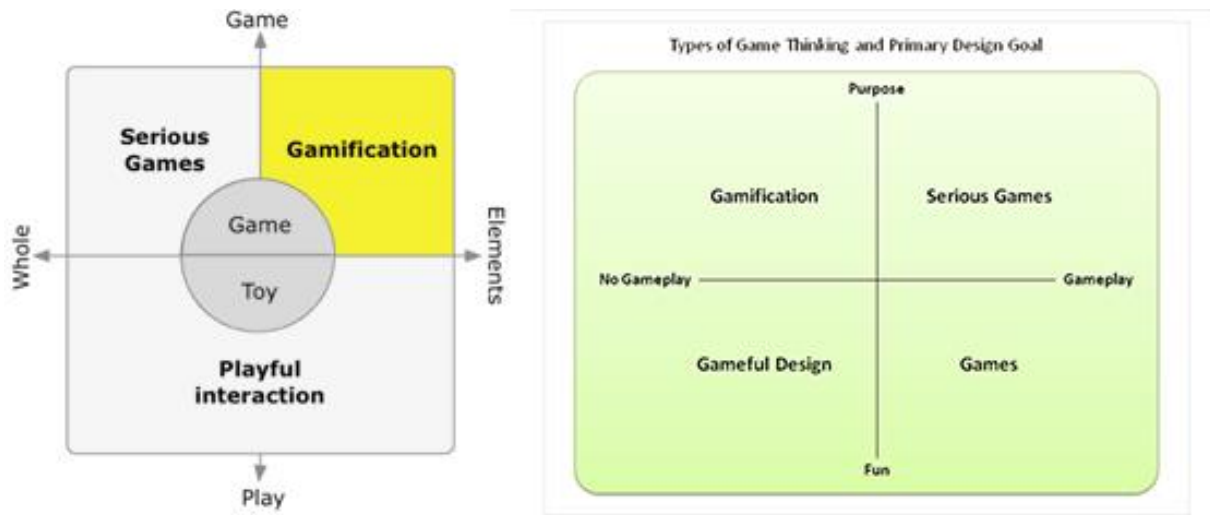


Figure 12: Dérivées de la gamification

L'illustration ci-dessus est issue de l'article « *Literature Review on Web Application Gamification and Analytics* » paru en août 2011.

1.1.2. Raisons de l'impact de la gamification :

Il serait alors important de savoir quels sont les éléments du jeu qui permettent de créer cet intérêt et surtout pourquoi le déclenchent-ils. La gamification est basée sur le fait que l'homme a différents besoins (5 types selon la théorie de Maslow) et désirs qui peuvent provoquer une volonté d'agir.

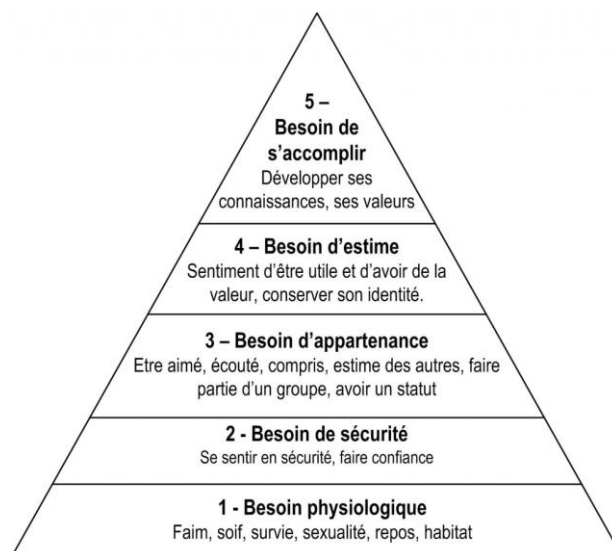


Figure 13: La pyramide de Maslow

On retrouve dans la littérature particulièrement 3 besoins qui sont comblés par les mécanismes du jeu : un besoin d'autonomie, de compétence et de relation. On remarque que ces besoins sont des besoins de niveau 3 et 4 donc la gamification ne présente un intérêt que si l'utilisateur a déjà satisfait les deux premiers niveaux.

Parallèlement aux besoins et désirs, l'homme est également un être sensoriel et ses sens (ouïe, vue, odorat) ont également un impact sur sa prise de décision. Or le jeu vidéo principalement est une expérience sensorielle.

Enfin, une autre classification dans laquelle deux familles de facteurs de motivations sont citées :

- facteurs personnels : découverte, rêve, immersion, challenge, objectifs, fil conducteurs ;
- facteurs interpersonnels : reconnaissance, collaboration, confiance, compétition ;

1.1.3. Mécanismes de la gamification

Dans la littérature on retrouve généralement les 6 mécanismes suivants associés à 6 dynamiques (besoins, désires) comme étant les principaux moyens à intégrer dans le processus sérieux pour le « gamifier » :

6 mécaniques	6 dynamiques
Les points	La gratification
Les niveaux	Le statut
Les challenges	La réalisation
Les badges	La créativité
Les classements	La compétition
Le don	L'altruisme

Figure 14: Les 6 mécanismes de la gamification

Cependant il existe des règles à respecter selon l'utilisateur ciblé. On retrouve dans différents articles qu'une bonne conception de la gamification doit permettre d'obtenir ce que l'on appelle « l'expérience ultime » dans la théorie du « flow ». C'est-à-dire ne rendre le processus ni trop ennuyeux ni effrayant (peur de perdre, de ne pas être à la hauteur, d'être rejeté...).

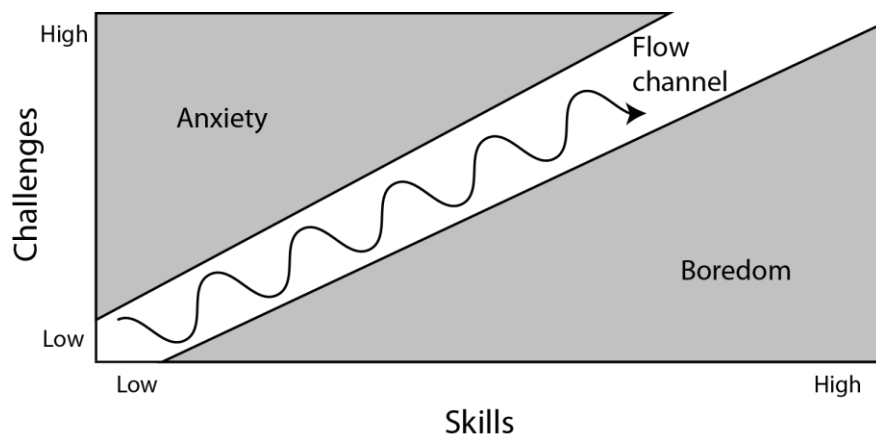


Figure 15: Théorie du Flow

Enfin, on retrouve également dans la littérature liées à la gamification des références à la théorie des «*types de joueurs de Bartle 1996*». Théorie dans laquelle qu'il faut s'adapter aux différentes types de réactions possibles face au jeu : l'envi plutôt de dominer, de rencontrer des joueurs, de rêver ou de relever des défis.



Figure 16 : Les types de joueurs de Bartle

1.1.4. Mise en place de la gamification

La méthodologie de mise en place d'un SI²² gamifié est la même dans de nombreux articles :

1. Identifier les objectifs de l'application (sans se préoccuper de la gamification).
2. Identifier les manières d'atteindre ses objectifs en termes de fonctionnalités (On retrouve ici le principe général du génie logiciel et des cas d'utilisations)
3. Pour chaque fonctionnalité : identifier le principe et le mécanisme qui pourrait motiver son utilisation sans affecter l'objectif initial de cette fonctionnalité.
4. Analyse de la qualité de la gamification (souvent effectuée par comparaison sans/avec gamification).

On peut également trouver un cadre conceptuel de conception plus détaillé dans l'article «*Towards Meaningful Engagement : A Framework for Design and Research of Gamified Informations Systems* » parut à MIS Quarterly en 2016.

²² SI : Système d'Information

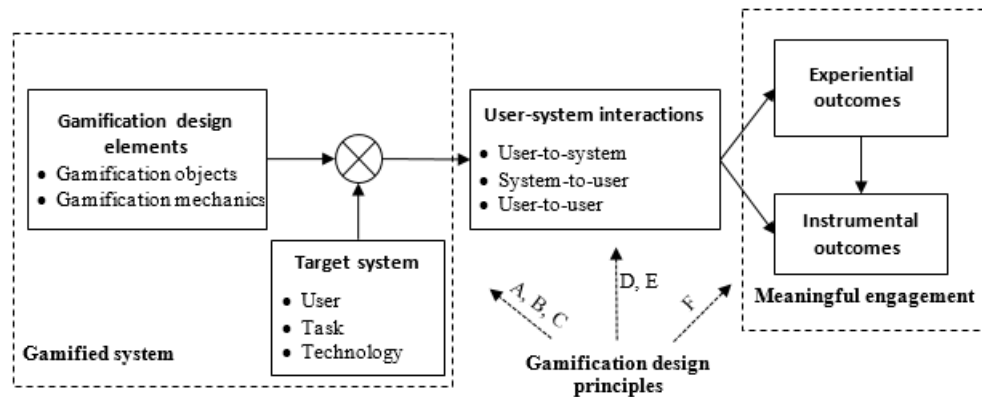


Figure 17: Framework de conception gamifiée

Ce Framework prévoit 6 principes à respecter lors de la conception et plus particulièrement lors de l'étape du choix d'un mécanisme. Donc ainsi il faut toujours choisir un mécanisme qui correspond :

A [Système]: à la fonctionnalité que l'on souhaite gamifier,

B [Système]: à l'utilisateur type de la fonctionnalité,

C [Système]: à la technologie que l'on va utiliser,

D [Interactions]: aux interactions souhaité (joueur seul, joueurs contre joueurs ou encore entraide),

E [Interactions]: à la fréquence d'utilisation désirée,

F[évaluation]: aux données d'analyse produit de l'itération précédente.

I.2. Les gestes écoresponsables au sein d'une ville intelligente

La gamification a donc pour but de favoriser l'intérêt d'un utilisateur à effectuer une tâche dite sérieuse. Dans notre cas on souhaiterait accroître l'intérêt à réaliser des gestes écoresponsables et plus particulièrement au sein des villes intelligentes. Ainsi, les applications qui pourraient nous inspirer devraient répondre à ce même objectif. Mais avant cela il nous est paru intéressant d'en apprendre plus sur le domaine des gestes écoresponsables et des villes intelligentes. En effet comme nous l'avons vu précédemment l'application de la gamification et le choix des mécanismes dépendent fortement des fonctionnalités, des utilisateurs et des objectifs. Ces dernières données doivent donc être bien définies.

1.2.1. Classification des gestes écoresponsables :

Le nombre de choix et d'actions qui peuvent favoriser ou au contraire défavoriser la protection de l'environnement est indénombrable, il existe notamment des listes de conseils ou articles sur de

nombreux site web tels que vedura.fr²³ ou sciencepresse.qc.ca²⁴. Cependant on peut récapituler la majorité des choix possibles dans les cinq catégories suivantes :

1. **Achat** : choisir les labels écologiques, les produits locaux et de saison, choisir des éco-matériaux et éviter les produits chimiques
2. **Consommation d'énergie** : limiter sa consommation en eau, électricité et gaz (éteindre la lumière dans les pièces vides ou encore vérifier le robinet).
3. **Transport** : choisir un mode de transport « *doux* » (vélo, marche à pied) ou les transports en commun plutôt qu'un mode « *dur* » (voiture).
4. **Traitement des déchets/Réutilisation et recyclage** : choisir d'offrir une deuxième vie à un objet ne pouvant plus remplir sa fonction initiale.
5. **Eco-informatique** : gérer sa production et exploitation de données (nombre de données, lieux de stockage, fréquence d'utilisation).

De ces choix écologique sont née au fil du temps des branches d'activités économiques écologiques telles que l'éco-gastronomie, les énergies renouvelables, l'écoconstruction ou encore l'éco-gestion qui sont enseignée aujourd'hui comme des nouvelles sciences.

1.2.2. Les villes intelligentes

Le concept de ville intelligente est, d'après la définition présente sur le site du CeRCI²⁵, « *relié à trois composantes : les citoyens, les gouvernements, la technologie. La technologie permet aux citoyens d'interagir ensemble, permet aux gouvernements d'offrir de nouveaux services aux citoyens, permet aux gouvernements de s'organiser autrement à l'interne, et finalement permet de mettre en place de nouvelles façons d'interagir entre les citoyens et les gouvernements* ».

Cette vision se retrouve également dans de nombreux articles, notamment dans «*Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions*» parut en 2011 :

²³ <http://www.vedura.fr/guide/eco-geste/>

²⁴ <http://www.sciencepresse.qc.ca/blogue/2011/04/15/leco-responsabilite-dela-green-washing>

²⁵ Site web CeRCI : <http://www4.fsa.ulaval.ca/la-recherche/centres-groupes-et-laboratoires/centre-de-recherche-sur-les-communautés-intelligentes-cerci/mission/>

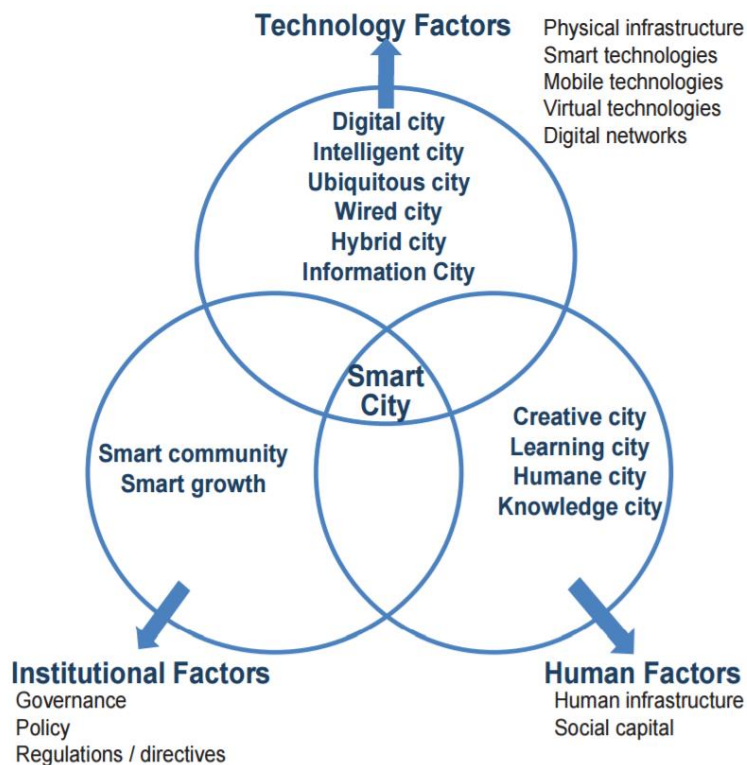


Figure 18: Les 3 composants d'une ville intelligente

Ainsi une application souhaitant être intégrée dans le mécanisme d'une ville intelligente devrait respecter au moins deux conditions : avoir pour objectif d'améliorer la qualité de vie des citoyens de cette ville et favoriser la propagation des services offerts par la gouvernance de la ville.

On peut noter également une spécificité du citoyen d'une ville intelligente : il ne se contente pas de profiter des services offerts par la ville mais produit également des informations (opinions ou connaissance) et des services. Un néologisme anglais est d'ailleurs apparu pour décrire ce comportement de consommateurs/producteurs, désormais appelés les « *prosumers* ».

1.2.3. Classification des services intelligents

Les gouvernances des villes intelligentes se retrouvent donc à utiliser les données ouvertes, les données sociales ou encore les données issues de l'internet des objets (particulièrement des réseaux de capteurs) pour effectuer ses choix de gestion et produisent elle-même de telles données pour les citoyens ou les autres villes. Ces sont ces choix d'infrastructure ou de gestion qu'elles vont mettre en place qui fond d'elles des villes intelligentes. Voici une classification, très présente dans la littérature, des paramètres qui permettent de d'affirmer qu'une ville est intelligente :

1. **Agriculture intelligente** : réutilisation et purification naturelle des eaux usées, gestion collaborative des productions agricoles (partenariat), compostage et recyclage des déchets.
2. **Maisons intelligente** : maison sous contrôle distant (lumières, gaz, arrosage).
3. **Education intelligente** : nombre et qualités des instituts élevé, création d'espace étudiants (café culturel, bibliothèques).

4. **Sécurité intelligente** : mise en place dans la ville de caméra et de numéro d'urgence, choix d'un urbanisme responsable, sensibilisation.
5. **Energies intelligentes** : gestion de la consommation des lampadaires ou du gaz, mise en place de poubelle de tri sélectif.
6. **Santé intelligente** : mise en place d'hôpitaux, baisse de la pollution dans la ville, campagne de sensibilisation.
7. **Transport intelligent** : création de pistes cyclables et d'un réseau de transport en commun, publication d'informations sur le trafic dans la ville, les horaires et positions des transports, création d'infrastructures (TGV, aéroport).
8. **Magasins intelligents** : permettre l'achat à distance, publication d'informations telles que la position, le prix ou la qualité ressentie sur les lieux d'achat (magasins, restaurants, parc) présents dans la ville.

On peut remarquer que de nombreux paramètres sont fortement reliés à la protection de l'environnement et le développement durable.

II. Applications similaires

Maitrisant à présent les différentes notions intervenant dans le sujet (gamification, gestes écoresponsables et villes intelligentes), il nous est paru ensuite important d'avoir une visibilité sur les différents travaux qui ont été fait dans le même sens. Cela nous permettrait d'un côté de ne pas recréer un projet déjà existant mais aussi de s'inspirer des idées et fonctionnalités qui ont été pensés pour construire notre propre produit.

Pour cela nous allons étudier deux principaux types d'applications :

- des travaux de recherches décrits dans des articles scientifiques publiés.
- des applications web et mobiles choisies leurs qualité en termes de note sur le store et de citations dans des sites web spécialisés.

II.1. Travaux de recherche

II.2. Applications disponibles

II.3. Gamification de la formation

III. Choix et orientations

- Méthodologie de collecte d'informations
- Prise de décision : utilisateurs, framework, mobile et pas serious game



Conception de Sustainapp

I. Analyse des besoins fonctionnels

- Gamification des fonctionnalités
- Use cases

II. Conception technique et architecturale

- Dynamique
- Statique
- Architecture et technologie

III. Conception graphique

- Charte graphique (couleur, logo, font, titres ...)
- Schéma de navigation et organisation des pages (web et mobile)



Réalisation du projet



Tests et Déploiement

I. Tests et validation

II. Déploiement du projet

III. Communication



Conclusion

Bibliographie

- Aparicio, A., Vela, F., Sánchez, J., & Montes, J. (2012,October). Analysis and application of gamification. *proceedings of the 13th InternationalConference on Interacción Persona-Ordenador. ACM*, 17.
- Berger, V., & Schrader, U. (2016). Fostering Sustainable Nutrition Behavior through Gamification. *Sustainability*, 8(1), 67.
- Flores, E., Montoya, M., & Mena, J. (2016,November). Challenge-based gamification as a teaching'open educational innovation strategy in the energy sustainability area. *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. ACM*.
- Heilbrunn, B., Herzig, P., & Schill, A. (2014,December). Tools for gamification analytics : A survey. *Utility and Cloud Computing (UCC),2014 IEEE/ACM 7th International Conference. IEE*, (pp. 603-608).
- Kazhamiakin, R., Marconi, A., Perillo, M., Pistore, M., Valetto, G., Piras, L., & Perri, N. (2015,October). Using gamification to incentivize sustainable urban mobility. *Smart Cities Conference (ISC2), 2015 IEEE First International*, (pp. 1-6).
- Liu, D., Santhanam, R., & Webster, J. (2016). *Towards meaningful engagement : A framework for design and research of gamified information systems*. SSRN, 2521283.
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011, June). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times. ACM*, 282-291.
- Tolmie, P., Chamberlain, A., & Benford, S. (2014). Designing for reportability : sustainable gamification, public engagement, and promoting environmental debate. *Personal and Ubiquitous Computing*,18(7), 1763-1774.
- Vara, D., Macias, E., Gracia, S., Torrents, A., & Lee, S. (2011,July). Meeco : Gamifying ecology through a social networking platform. *Multimedia and Expo (ICME), 2011 IEEE International Conference*, (pp. 1-6).
- Xu, Y. (2011). *Literature review on web application gamification and analytics*. Honolulu: HI,11-05.

Table des figures

Figure 1 : Logo du CIRRELT.....	6
Figure 2: Instituts membres du CIRRELT	6
Figure 3 : Logo actuel de L'Université Laval.....	7
Figure 4 : L'Université Laval et locaux du CIRRELT	7
Figure 5: Axes d'interventions relatifs au développement durable	8
Figure 6: Réunions Mixtes.....	10
Figure 7: Module de gestion de projet de Uprod'it.....	11
Figure 8: Interface de Gitlab	12
Figure 9 : Interface de Github Desktop	12
Figure 10 : Les facteurs de qualité de la norme ISO 9126.....	13
Figure 11: Interface de l'outil de recherche d'articles	16
Figure 12: Dérivées de la gamification	19
Figure 13: La pyramide de Maslow	19
Figure 14: Les 6 mécanismes de la gamification	20
Figure 15: Théorie du Flow	20
Figure 16 : Les types de joueurs de Bartle.....	21
Figure 17: Framework de conception gamifiée	22
Figure 18: Les 3 composants d'une ville intelligente.....	24

Table des tableaux

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.