

HEI

INGÉNIEURS
POUR LE MONDE

Nom et prénoms : Lamonier Thibaut Lionel

Classe : H5

Domaine : ITI

Type de stage : Stage Ingénieur

Rapport de Mobilité

Sujet du stage : At the core of the Ptidej Tools Suite is the PADL meta-model to describe programs in various programming languages, including but not limited to object-oriented programming languages (C++, Java) and prototype-based programming languages (JavaScript). The models built for large programs can themselves amount to mega- or gigabytes of data. The student will perform profiling analyses to identify the time and memory bottlenecks and evolve the PADL meta-model to reduce memory footprint and allow "on-the-fly" loading/unloading of parts of the models.

Dates du stage : Du 08/07/2019 au 31/10/2019

Nom de l'organisme : Université Concordia, Montréal

Nom du tuteur : Yann-Gaël Guéhéneuc

Fonction du tuteur : Professeur titulaire

Rapport Confidentiel : Non

Sommaire

Remerciements	- 3 -
Préambule de mon stage.....	- 4 -
Rapport d'activité	- 6 -
1. L'organisme et son secteur d'activité.....	- 6 -
1.1. Le secteur d'activité	- 6 -
<i>1.1.1. La recherche en France.....</i>	<i>- 6 -</i>
<i>1.1.2. La recherche au Canada</i>	<i>- 7 -</i>
1.2. L'Université Concordia.....	- 8 -
2. Missions.....	- 10 -
2.1. Présentation du projet « <i>Ptidej</i> »	- 10 -
2.2. Présentation du projet « <i>WIMPToday</i> »	- 11 -
3. Autres activités	- 13 -
4. Observations	- 14 -
Rapport technique	- 15 -
Le projet <i>Ptidej</i>	- 15 -
Utilisation du projet <i>Ptidej</i>	- 17 -
Le projet <i>WIMPToday</i>	- 19 -
Analyse éthique	- 22 -
Capitalisation.....	- 24 -
Annexes	- 27 -

Remerciements

Je souhaite remercier en particulier Monsieur Yann-Gaël Guéhéneuc, professeur titulaire, chaire de recherche de tier 1 sur le Génie logiciel empirique pour l'Internet des Objets et mon tuteur de stage, pour l'accueil au sein de son laboratoire informatique. De manière générale, cette expérience a été une vraie chance pour moi de découvrir non seulement la vie au Canada mais également d'apprendre beaucoup à propos de la recherche dans le domaine informatique.

Je souhaite également remercier toute l'équipe que j'ai pu rencontrer et côtoyer durant toute mon expérience. Leur accueil et leur bienveillance à mon égard m'ont beaucoup aidé à rapidement m'intégrer et me sentir à l'aise.

Préambule de mon stage

Actuellement en cursus ingénieur à HEI, école généraliste, dans le domaine ITI (Informatique et Technologies de l'Information), je souhaitais avec ce stage en apprendre davantage sur les métiers liés à ce domaine. Jusqu'à présent, ma seule expérience directe dans l'informatique a été mon stage de professionnalisation de trois mois, réalisé lors de ma 2^{ème} année de cycle ingénieur à HEI. Je souhaitais étendre mes connaissances pratiques et découvrir de nouvelles facettes des métiers liés à l'informatique.

Ce stage en laboratoire informatique, supervisé par un ingénieur et professeur titulaire à l'Université Concordia, a été une vraie chance pour moi. Je souhaitais approfondir et mettre en relation la vision théorique acquise lors des diverses interventions et rencontres organisées par HEI ou encore grâce à mes professeurs de domaine. Je voulais que ce stage conforte mon projet professionnel et personnel tout en m'apportant de nouvelles pistes de réflexions. Je souhaitais donc, via ce stage de fin d'études, mieux comprendre les enjeux liés à la recherche informatique et aux métiers qui s'en rapprochent.

J'ai commencé mes recherches sur internet, où différents sites internet proposent régulièrement des offres de stage. J'ai envoyé plusieurs CV et lettres de motivation pour des offres qui m'intéressaient mais à la suite de mes recherches, je me suis rendu compte que je souhaitais m'orienter vers une autre expérience qu'un stage plus classique lié au métier du conseil. Ayant déjà une expérience de ce type lors de mon stage de professionnalisation, je souhaitais m'orienter vers quelque chose de différents qui me permettrait de découvrir d'autres facettes du vaste champ de possibilités s'offrant à un élève ingénieur.

J'ai donc continué mes recherches et je suis entré en contact avec Monsieur Yann-Gaël Guéhéneuc, professeur titulaire et chaire de recherche tier 1 au département d'informatique et de génie logiciel de l'Université de Concordia à Montréal, qui m'a proposé de travailler dans le laboratoire informatique dont il est responsable, sur le projet « Ptidej » (pour Pattern Trace Identification, Detection, and Enhancement in Java). Cette opportunité m'a paru très intéressante, et l'idée de travailler de près avec des métiers liés à la recherche m'a particulièrement plu. De plus, souhaitant faire de ce stage une expérience à l'étranger, c'était pour moi une réelle chance. Je n'avais jamais eu l'occasion de me rendre sur le continent

américain, j'étais donc très enthousiaste à l'idée de réaliser mon stage dans une université de Montréal. Cela me permettrait de beaucoup gagner en autonomie et de découvrir une nouvelle culture.

Rapport d'activité

1. L'organisme et son secteur d'activité

1.1. Le secteur d'activité

L'Université Concordia est un établissement d'enseignements supérieurs, d'études et de **recherche**.

1.1.1. La recherche en France

En France, il est consacré une part moyennement élevée du PIB à la recherche et développement, mais ces dépenses sont davantage financées par le secteur public et consacrées à la recherche fondamentale que dans les autres pays de l'Union européenne. La recherche française est considérée comme étant à l'origine de nombreuses découvertes et a été récompensée à de multiples reprises, bien que le nombre de brevets déposés par des entreprises françaises soit relativement faible. Les relations entre les entreprises privées et la recherche publique sont souvent jugées plutôt médiocres.

En France, la plupart des chercheurs travaillent dans des centres de recherche publics, comme le CNRS (Centre national de la recherche scientifique). Depuis 2002, la plupart de ces centres de recherche sont organisés en réseaux avec des universités et des entreprises, pour former des pôles de compétitivité plus conséquents.

Le CNRS est l'une des institutions de recherches les plus importantes au monde. Créé en 1939, il regroupe plus de 110 laboratoires de recherche, en France ou à l'étranger avec un budget de 3,4 milliards d'euros. Les domaines de recherche sont très variés :

- Biologie
- Chimie
- Ecologie et environnement
- Homme et société
- Ingénierie et systèmes
- Mathématiques
- Nucléaire et particules

- Physique
- Sciences de l'information
- Terre et Univers

1.1.2. La recherche au Canada

Au Canada, la recherche s'organise un peu différemment. Au niveau du Canada, les subventions proviennent du NSERC (National Sciences and Engineering Research Council of Canada) et du Mitacs. Ces entités reçoivent de l'argent du gouvernement mais ont un pouvoir de décision plus grand qu'en France concernant les domaines qu'elles veulent subventionner. De ce fait, les domaines subventionnés dépendent moins du gouvernement en place qu'en France.

Au niveau du Québec, ce sont les Fonds de Recherche Québec Nature et Technologie qui subventionnent la recherche. Ceux-ci sont liés uniquement à la région du Québec.

1.2. L'Université Concordia

L'Université Concordia est une université publique de recherche qui se situe au cœur de Montréal, au Québec, au Canada. Fondée en 1974 à la suite de la fusion du « Loyola College » et de la « Sir George Williams University », l'Université Concordia est l'une des 3 universités du Québec où l'anglais est la langue principale d'enseignement.



Figure 1 : logo de l'Université Concordia

Durant l'année 2018-2019, il y avait près de 47 000 étudiants inscrits à Concordia, ce qui fait de cette Université l'une des plus grandes du Canada en termes de nombre d'étudiants. L'Université possède 2 campus distants d'environ 7 kilomètres. L'un est situé en plein centre-ville de Montréal, dans le quartier nommé « quartier Concordia ». L'autre est situé au quartier résidentiel de Notre-Dame-de-Grâce.



Figure 2 : Pavillon EV de l'Université Concordia, au centre-ville de Montréal

L'université a 4 facultés :

- La faculté des Arts et des Sciences (faculty of Arts and Sciences)
- La faculté des Beaux-Arts (faculty of Fine Arts)
- L'école d'ingénierie et informatique Gina-Cody (Gina Cody School of Engineering and Computer Science)
- L'école de gestion John-Molson (John Molson School of Business)

Chaque faculté supervise directement les départements qui lui sont liés : par exemple, le département des Sciences Humaines Appliquées est supervisé par la faculté des Arts et des Sciences.

Durant l'année 2017-2018, l'Université Concordia a reçu 473,7 millions de dollars canadiens de revenus. 60% de ces revenus viennent de subventions du gouvernement du Québec, qui se basent sur le nombre d'étudiants inscrits à l'université.

2. Missions

2.1. Présentation du projet « Ptidej »

Durant mon stage j'ai pu travailler sur le projet « Ptidej », qui signifie Pattern Trace Identification, Detection, and Enhancement in Java (Identification, détection et amélioration de modèles en Java). L'objectif de ce projet est de développer des théories, des méthodes et des outils pour comprendre, évaluer et améliorer la qualité des systèmes logiciels de l'Internet des Objets (IoT) en encourageant l'utilisation d'idiomes, de modèles de conception et de modèles architecturaux, que ce soit des protocoles de communication aux systèmes de systèmes.

Le projet Ptidej a pour but de formaliser les modèles, identifier les occurrences de modèles et améliorer les occurrences identifiées. Il cherche également à évaluer expérimentalement l'impact des modèles sur la qualité des systèmes logiciels de l'Internet des Objets. Dans ces buts, sont développés divers outils, notamment la suite d'outils Ptidej et Taupe, pour évaluer et améliorer la qualité de tout système logiciel, en promouvant l'utilisation de motifs (patterns), que ce soit au niveau du langage, du design ou de l'architecture.



Figure 3 : Logo du projet Ptidej

2.2. Présentation du projet « *WIMPToday* »

Durant tous les jeudis, j'ai eu la chance de pouvoir travailler sur un projet différent du projet Ptidej. Il s'agit du projet « WIMPToday ? », signifiant « Where Is My Professor Today ? » (Où est mon professeur aujourd'hui ?).

Ce projet a pour but d'implémenter un système IoT (Internet of Things) qui permettra d'informer les étudiants de l'Université de Concordia via un écran d'où se trouve leur professeur aujourd'hui. Cet écran se situerait devant le bureau de chaque professeur. Ce projet a pour but d'être 3 choses :

- Développer un vrai système IoT et devoir faire face aux choix et aux défis qui se présente à des personnes développant pour la première un projet IoT.
- Un système complexe mais qui reste assez simple pour que des étudiants de master ou en thèse d'aujourd'hui et de demain puisse s'en servir comme d'un exemple dans le domaine du génie logiciel pour L'IoT.
- Un système IoT utile qui peut être réellement intégré dans des organisations dans lesquelles les professionnels ont des bureaux et doivent gérer des rendez-vous, des visites, des réunions, etc. (professeurs, médecins, avocats...).

Au départ, il a été choisi de diviser l'architecture du projet WIMP en 3 parties :

- Capteurs
- Noyau
- Affichage

Les choix suivants ont également été fait :

- Tout ce qui produit une information sera considéré comme un capteur. Que ce soit un capteur de température dans un bureau, un signal GPS dans un téléphone portable ou encore un événement d'un calendrier Google Calendar.
- Le noyau du projet comprend des périphériques, des serveurs cloud, des bases de données, etc. Ce sont les ordinateurs au sens le plus général du terme et où des calculs peuvent être effectués.
- L'écran doit avant tout afficher des informations, mais il peut aussi être utilisé pour interagir avec le noyau, par exemple pour permettre des demandes de rendez-vous.

Ci-dessous une image représentant la première architecture pensée, qui va évoluer par la suite :

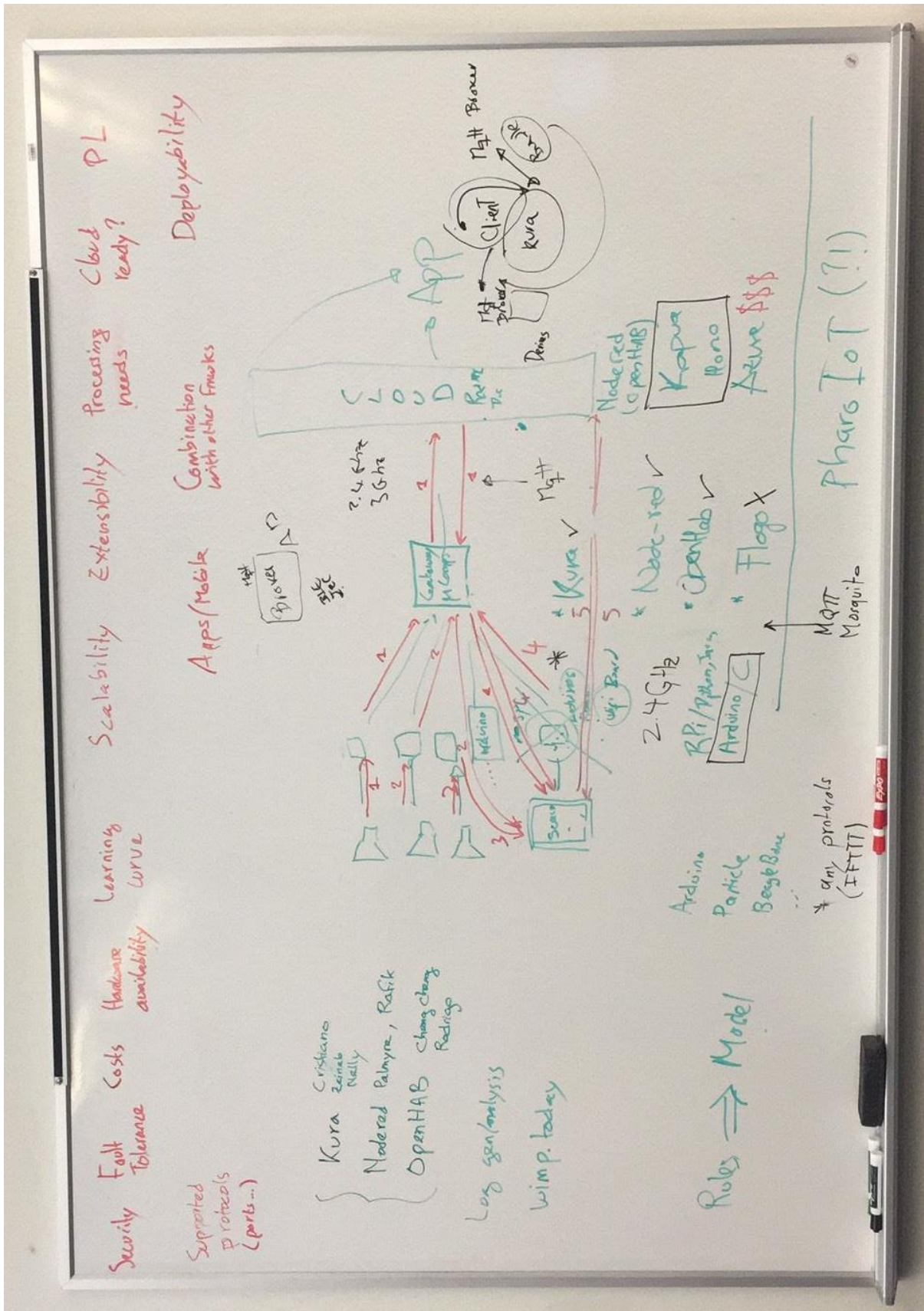


Figure 4 : première idée d'architecture du projet WIMPToday

3. Autres activités

Durant mon stage à l'université Concordia, j'ai eu la possibilité d'assister à des conférences et également à une soutenance de thèse.

Auparavant je connaissais pas du tout le milieu de la recherche informatique, et ces différentes interventions m'ont permis de m'en faire une certaine idée.

La soutenance de thèse à laquelle j'ai pu assister était à propos des anti-pattern linguistiques et de l'analyse de leurs impacts sur la qualité du code. C'était une analyse très détaillée avec beaucoup d'exemples et d'études sur le sujet. J'ai trouvé cette soutenance de thèse très intéressante, tout d'abord parce qu'il s'agissait de la première soutenance de thèse à laquelle j'assistais, mais aussi parce que cela m'a permis de me rendre compte en partie de la diversité qu'offrait la recherche dans le domaine informatique, chose que je ne savais pas auparavant.

J'ai aussi pu, durant mon stage, assister à de multiples conférences, que je ne vais pas toutes présenter mais qui m'ont permis d'étayer mes connaissances dans le domaine informatique, et parfois sur des sujets que je n'aurai pas suspectés, tel que par exemple le séminaire du professeur titulaire Guy Tremblay, dont le sujet était « *une petite promenade à travers la science, la mauvaise science... et les statistiques* ». J'ai trouvé cette intervention particulièrement intéressante, car elle traitait d'un sujet lié à la recherche de manière générale : l'existence d'une crise dans plusieurs domaines scientifiques, liée à la non-reproductibilité des résultats et à l'augmentation du nombre de rétractations d'articles de recherche. L'accent a aussi été mis sur les pratiques liées à cette crise, comme par exemple l'utilisation d'analyses statistiques qui peuvent conduire à des pratiques « douteuses ».

4. Observations

Durant mon expérience professionnelle au sein de l'Université Concordia, j'ai donc pu travailler sur les deux projets présentés précédemment : le projet Ptidej et le projet WIMPToday.

Il m'a fallu au départ beaucoup de temps afin de m'adapter et de bien comprendre les projets, notamment le projet Ptidej qui est un projet extrêmement conséquent. Grâce à l'aide de Monsieur Yann-Gaël Guéhéneuc qui me supervisait, j'ai pu rapidement comprendre les enjeux liés à ces projets mais j'avais néanmoins beaucoup de travail de montée en compétence et en connaissance en ce qui concerne le projet Ptidej. Heureusement, j'ai pu être aidé du site et du wiki (dont les liens se trouvent en annexe) du projet Ptidej, mis en place par mon tuteur de stage depuis le début du projet, et qui permettent de trouver beaucoup d'informations en ce qui concerne le projet, ses enjeux, les méthodes de développement, l'équipe ayant travaillé dessus etc.

Rapport technique

Le projet Ptidej

La première et très grosse partie de mon travail a été la montée en connaissance par rapport au projet Ptidej. Le projet Ptidej est une grosse suite d'outils dont le but est présenté dans la partie 2.1. Il a donc fallu que je lise beaucoup de documentations et pose beaucoup de question en ce qui concerne les différents outils du projet, notamment tout ce qui concerne le PADL, qui signifie Pattern and Abstract-level Description Language (Langage de description de modèle et de niveau abstrait).

Il existe quatre niveaux différents d'abstraction aux programmes modèles, collectivement appelés modèles abstraits :

- *ICodeLevelModel* représente le modèle "brut" d'un programme, ne comportant que des données directement extractibles de la représentation de la source du programme (bytecodes Java, code source Java, code source C/C++...)
- *IdiomLevelModel* représente un modèle d'un programme où certains idiomes ont été réifiés, généralement des relations de classe binaire calculées à l'aide de certaines analyses.
- *IDesignLevelModel* représente un modèle d'un programme où l'information de conception est disponible. Les informations de conception typiques sont obtenues à partir du modèle idiomatique, par exemple les occurrences de motifs de conception ou de codes et d'odeurs de conception.
- *IDesignMotif* représente un motif de design, c'est-à-dire la solution à un modèle de motif.

Le diagramme suivant montre la hiérarchie de l'interface décrivant les modèles. (Cette hiérarchie a été construite en utilisant le projet Ptidej UI Viewer Standalone Swing.) La racine des modèles est l'interface *IAbstractModel*, qui décrit tout modèle pouvant être traité par la plupart des analyses et outils Ptidej. Cette interface résume *IAbstractLevelModel*, qui représente des modèles de programmes, et *IDesignMotif*, qui représente des modèles de motifs de design.

J'ai aussi pu, durant mon travail, faire des recherches sur l'utilisation d'Eclipse Headless, une façon de lancer un Eclipse « sans-tête », c'est-à-dire sans interface graphique. Cela est utilisé dans le projet Ptidej mais il m'a été demandé de chercher à l'améliorer. Après beaucoup de recherches, mes tentatives de créer un Eclipse headless sont restées vaines, mais je suis content d'avoir pu apprendre l'existence d'une telle technologie et d'avoir pu me renseigner sur le sujet, bien que sans résultat concret.

Cette expérience était de mon point de vue beaucoup axée sur la recherche. Que ce soit sur les sites web du projet Ptidej ou alors sur internet de manière générale, il a fallu que je me renseigne énormément sur comment fonctionnait tel ou tel projet au sein de la suite Ptidej. Comme je suis plutôt curieux de nature, je cherchais toujours à savoir comment fonctionner les différents projets de Ptidej, et j'obtenais beaucoup de réponses grâce notamment au wiki très bien renseigné mis en place par mon tuteur de stage.

Durant cette expérience, j'ai donc peu « codé », mais j'ai surtout pu apprendre à utiliser un projet tel que le projet Ptidej. En comprendre l'architecture et les liens entre les différents projets n'était pas chose facile.

Utilisation du projet Ptidej

J'ai finalement eu la possibilité d'utiliser le projet Ptidej pour calculer différentes métriques afin de réellement mettre en pratique une utilisation de Ptidej. Ces métriques sont calculées grâce au framework POM. Elles se calculent sur un projet donné et permettent de quantifier certaines valeurs associées directement à ces métriques ce qui va permettre ensuite de quantifier les métriques de différents projets et de dégager des patterns. Il s'agit ici de qualité logicielle interne. Contrairement à la qualité logicielle externe qui peut se vérifier visuellement grâce à l'interface utilisateur, une apparition de bogues ou alors si le logiciel répond bien aux attentes, La qualité logicielle interne est plus complexe à qualifier et à quantifier. C'est pourquoi ces métriques sont très utiles.

POM signifie Primitives, Operations, Metrics et est un framework conçu pour calculer les métriques logicielles sur les modèles PADL. Les mesures peuvent être de plusieurs types :

- Unaire ou binaire, selon qu'ils prennent en entrée une ou deux IFirstClassEntity(ies) ;
- Dépendant du contexte ou indépendant, selon qu'ils peuvent être calculés en considérant une ou plusieurs IFirstClassEntity(ies) donnée(s) indépendamment du reste du modèle.

Voici quelques exemples de métriques qu'il est possible de calculer :

- NMO (Number of Methods Overridden) : Nombre de méthodes annulées par une entité
- NOA (Number Of Ancestors) : Nombre d'ancêtres d'une entité
- NOC (Number Of Children) : Nombre d'enfants d'une entité
- NOD (Number of descendants) : Nombre de descendants d'une entité
- NOF (Number Of Fields) : Nombre de champs déclarés par une entité
- NOH (Number Of hiérarchies) : Nombre de hiérarchies dans un modèle
- NOM (Number Of Methods) : Nombre de méthodes déclarées par une entité
- NOP (Number Of Parents) : Nombre de parents d'une entité
- NOParam (Number of parameters) : Nombre de paramètres des méthodes d'une entité

De nombreuses autres métriques existent. Il est possible de les retrouver sur le wiki du projet Ptidej (lien en annexe). Toutes ces métriques permettent de quantifier la qualité d'un logiciel et il est ensuite possible de dégager des patterns de ce qui fonctionne et de ce qui ne fonctionne pas : c'est le but du projet Ptidej, viser à l'amélioration de la qualité interne des logiciels grâce à l'utilisation d'idiomes, de modèles de conception et de modèles architecturaux dont on connaît la qualité grâce aux métriques.

Le projet WIMPToday

Le projet Where Is My Professor Today est un projet IoT. Il a été présenté dans la partie 2.2. L'équipe présente au laboratoire y consacre tous ses jeudis, J'ai eu la chance d'arriver peu après le lancement du projet, et j'ai donc pu voir différentes étapes de recherche liées à ce projet.

Tout d'abord il a fallu, comme au début de beaucoup de projets, faire des brainstormings. La première étape a été de définir l'architecture générale du système IoT que nous souhaitons mettre en place. Il est possible de retrouver la première structure pensée dans la partie 2.2.

Un brainstorming d'une journée a permis de mettre en avant les caractéristiques qualité impactant les systèmes IoT. En voici le résultat, par ordre alphabétique :

- Coûts
- Besoins du Cloud
- Combinaison avec d'autres matériels/logiciels
- Déployabilité
- Extensibilité
- Tolérance aux pannes
- Disponibilité matérielle (et approvisionnement)
- Courbe d'apprentissage
- Besoins mobiles
- Besoins de traitement
- Langages de programmation
- Évolutivité
- Sécurité
- Protocoles supportés

Ensuite, l'étape plus conséquente a été de se renseigner sur toutes les technologies disponibles pour répondre à notre besoin. J'ai pour ma part expérimenté avec la technologie « Node-RED » afin de savoir si celle-ci était viable pour notre projet. Node-RED est un outil de programmation qui permet de connecter des périphériques matériels, des API et des services en ligne de manière nouvelle et intéressante. Il fournit un éditeur basé sur un navigateur qui facilite l'interconnexion des flux à l'aide d'un large éventail de nœuds qui peuvent être déployés à son exécution. C'est une solution très simple de gestion d'évènement, particulièrement intuitif grâce à son interface graphique très simpliste.

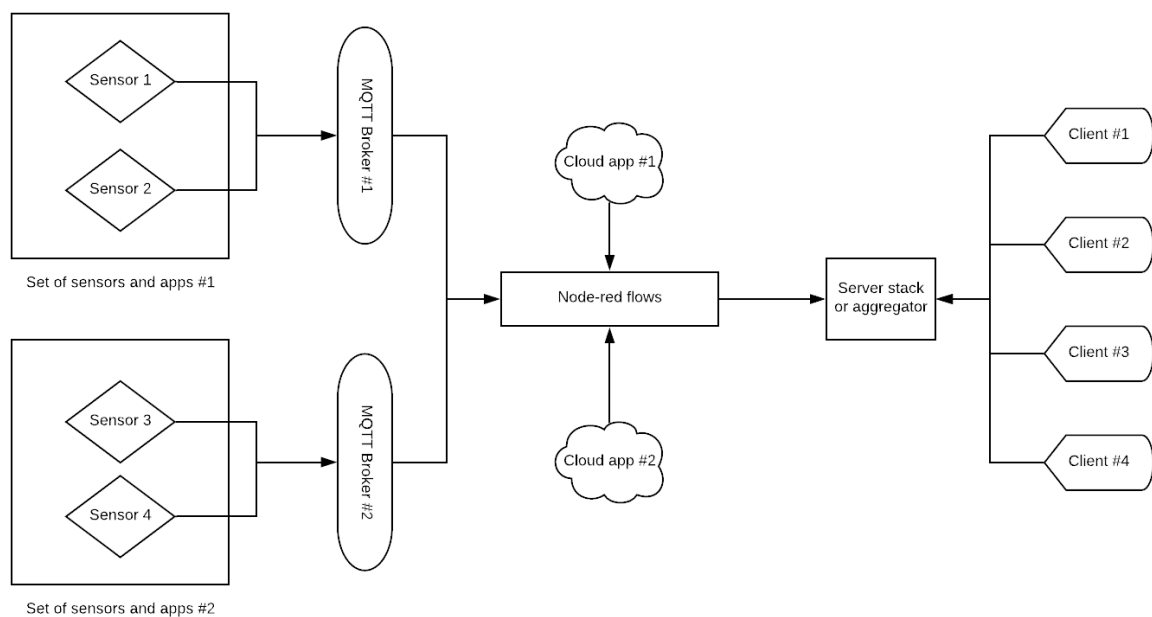


Figure 6 : essai de diagramme de l'architecture du projet avec Node-RED

D'autres membres du projet travaillaient pendant ce temps sur d'autres technologies, comme openHAB, le but de toutes ces recherches étant de regrouper les informations, les avantages et les inconvénients de chaque technologie afin de déduire laquelle sera la plus adaptée à un projet tel que le projet WIMPToday.

J'ai aussi pu expérimenter avec un Raspberry Pi. Jusqu'à alors, je ne m'étais jamais penché sur l'utilisation d'une telle technologie et cela m'a beaucoup plu. Les possibilités sont infinies lorsqu'on en connaît beaucoup sur le sujet et j'ai pu grâce à d'autres membres du laboratoire, découvrir et apprendre à utiliser de tels mini-ordinateurs.

Le projet est toujours en cours à ce jour, le but actuel à court terme étant de se renseigner sur les protocoles de transfert de données et de résoudre les problèmes de sécurité liés à de tels protocoles. Par exemple, La technologie retenue pour le moment est la technologie MQTT, qui fonctionne avec un système de « publication » et « abonnement » (publish and subscribe) : une session MQTT est divisée en quatre étapes qui sont la connexion, l'authentification, la communication et la terminaison. Cette technologie pose cependant des problèmes de sécurité que des membres du projets cherchent désormais à résoudre.

Analyse éthique

La situation éthique que je vais aborder ici concerne les droits de logiciels. C'est un sujet qui me paraît tout à fait convenir à mon expérience professionnelle à l'Université Concordia. En effet, ayant travaillé dans le milieu de la recherche, j'ai été confronté à une situation à laquelle je ne m'attendais pas et que je considère comme « situation éthique ».

La recherche met par définition l'accent sur la diffusion du savoir. Elle a, à la base, un but non lucratif et cherche pour cela à partager au mieux ses avancées. Ainsi, dans le milieu de la recherche informatique, j'ai pu rapidement me rendre compte de l'importance que représentaient les licences libres et permissives pour la recherche et pourquoi leurs mérites étant tant mis en avant dans ce milieu.

Ayant fait des études d'ingénieur, j'avais auparavant du mal à me représenter les avantages d'un logiciel libre car je n'imaginai pas la possibilité de tirer des profits d'un logiciel libre, et donc je voyais le développement de tels logiciels comme une sorte de gouffre financier (de temps et d'argent).

Un logiciel libre est un logiciel dont l'utilisation, l'étude, la modification et la duplication par autrui en vue de sa diffusion sont permises. Les logiciels libres constituent une alternative à ceux qui ne le sont pas, qualifiés de « propriétaires ». Lorsque j'ai travaillé sur les projets « Ptidej » et « WIMPToday », j'ai pu voir l'importance qu'avait le fait qu'ils soient libres. Les logiciels libres ont beaucoup d'avantages :

- **Rentabilité** : un aspect non-négligeable, car la liberté d'un logiciel permet de gagner du temps et de l'argent lorsqu'on veut, par exemple, améliorer le logiciel en ajoutant une fonctionnalité. Le code source étant accessible, il n'y a pas besoin de repartir de zéro.
- **Efficacité** : le logiciel libre étant accessible à tous et partout dans le monde, cela permet la contribution de beaucoup de personnes. Cela permet d'explorer différentes solutions à un problème ou une demande et à n'en retenir que le meilleur, ce qui en fait d'excellents logiciels sur le long terme.
- **Sécurité** : grâce à l'accès ouvert et la liberté de modification, n'importe qui peut tester les limites de sécurité et détecter d'éventuelles erreurs. Les logiciels libres atteignent à court terme une grande fiabilité.

- **Respect des standards** : Les développeurs de logiciels libres ont en permanence le respect des standards à l'esprit. En effet, seuls les standards garantissent une interopérabilité parfaite avec les autres logiciels.
- **Liberté** : La disponibilité des sources garantit la liberté de tous. Il n'est pas possible, dans un logiciel libre, d'inclure des fonctionnalités cachées dans le but de restreindre les libertés individuelles ou de collecter des informations sur les utilisateurs.

La recherche a donc beaucoup d'intérêt à s'orienter vers des licences libres lors du développement de logiciels et de solutions informatiques. J'ai rapidement compris tous ces avantages et les raisons qui font que le développement de logiciels libres correspond parfaitement à la philosophie d'un laboratoire de recherche informatique. Désormais, je ne considérerai plus le développement de logiciel propriétaires comme étant la meilleure solution au niveau économique en entreprise, car les logiciels libres ont de nombreux avantages que je n'aurai imaginé auparavant.

Capitalisation

Ce stage fut, en tout point, bénéfique. J'ai pu, tout au long de mon expérience, acquérir de nouvelles compétences et connaissances qui sans nul doute possible me sont et me seront d'une grande aide dans mon projet professionnel et personnel. Ce stage m'a permis de découvrir le milieu de la recherche informatique, qui m'était jusque-là inconnu.

La vision que j'ai d'un projet informatique a quelque peu changé durant ces 4 mois de stage à l'Université Concordia. Avant ça, l'idée que j'avais d'un projet était celle acquise durant mes études et mon précédent stage en développement : le projet piste, projet en groupe de 10 étudiants, le projet 100h, en binôme, qui concrétisait les notions de domaine ITI vues en deuxième année de cycle ingénieur à HEI, ou encore différents petits projets par matière. J'ai trouvé les projets Ptidej et WIMPToday très différents de mes autres expériences du fait de son ampleur (pour le projet Ptidej) mais aussi et surtout du fait de l'aspect collaboratif que mener à bien de tels projets incombe. Il était d'autant plus nécessaire de faire preuve d'un grand esprit d'équipe et d'une bonne communication, sans quoi les projets pouvaient très rapidement être moins rigoureux.

Durant mes 4 mois de stage de fin d'études, j'ai beaucoup gagné en autonomie. Au fur et à mesure, j'ai appris à connaître les personnes avec qui je travaillais, et comment ces personnes travaillaient. Comme dit précédemment, l'aspect collaboratif étant la clé, il m'a fallu apprendre à communiquer plus que ce que j'avais l'habitude. L'échange d'idées, de solutions, mais aussi le partage de ses problèmes et erreurs m'ont fait apprendre une toute nouvelle méthodologie de travail que je n'avais pas vu auparavant. Certes j'ai déjà pu travailler en équipe lors de mes différents projets à HEI ou encore de mon stage de professionnalisation, mais cette expérience m'a permis de comprendre le grand intérêt de la collaboration et d'une bonne communication au sein de projets informatiques. J'ai donc pu voir au fur et à mesure une grande évolution dans ma façon de penser et de travailler au cours de ce stage : moi qui suis de nature plutôt réservé, j'ai appris à mieux communiquer sur mes résultats, mes erreurs, mes questionnements et également mes idées.

Grâce à cette expérience, j'ai pu consolider et appliquer de manière concrète des notions vues en cours durant ma 5^{ème} année à HEI, comme la gestion de projets ou encore le codage en Java. En plus de cela, malgré le fait que je n'avais pas de responsabilité, j'ai pu utiliser des notions de management d'équipe pour m'améliorer notamment sur la communication en ce qui concerne les projets.

J'ai pu aussi découvrir le domaine de la recherche informatique. Auparavant, je n'avais aucune idée de ce à quoi pouvait s'apparenter la recherche informatique ou bien une thèse dans ce domaine. Je voyais l'informatique comme une science exacte et immuable, et cette expérience a complètement changé ma vision sur le sujet.

J'ai pu assister à différentes soutenances de thèses, séminaires, interventions toutes très passionnantes et qui m'ont permis de mieux appréhender et comprendre ce que signifiait la recherche en informatique. Cela a grandement fait évoluer mon projet professionnel, car avant cela je n'avais jamais envisagé une thèse en informatique. Désormais, c'est quelque chose que j'envisage car j'apprécie beaucoup la liberté de choix de sujets et je me suis découvert une certaine passion pour la recherche.

Le cadre de ce stage m'a également beaucoup apporté. Le fait d'avoir passé 4 mois à Montréal en totale autonomie était pour moi une toute nouvelle expérience forte enrichissante. J'ai dû faire face à des situations inconnues et les gérer seul, ce qui m'a rendu beaucoup plus autonome. Avant cette expérience je dépendais beaucoup de mes parents, et je n'avais eu que peu d'autonomie durant mes études. Cette fois-ci, je devais me débrouiller seul et cela m'a beaucoup apporté.

J'ai aussi pu au cours de mon expérience découvrir une nouvelle culture, une nouvelle façon de vivre alors que jusque là je n'étais allé à l'étranger que par le biais de voyages touristiques. Cette fois-ci, j'avais le sentiment de vivre comme un habitant de Montréal, et je suis très content d'avoir pu découvrir le Canada et plus précisément le Québec par le biais de mon stage de fin d'études. Cette immersion dans une toute nouvelle société m'a forcé à prendre de nouveaux repères et à faire preuve d'adaptabilité, ce qui sera je pense très bénéfique pour moi tout au long de ma carrière.

Aussi, j'ai eu la chance de travailler dans un laboratoire dans lequel j'ai pu rencontrer des étudiants, professeurs et chercheurs des 4 coins du monde (Brésil, Chine ou encore Vietnam...). Pouvoir discuter et échanger dans une langue commune, l'anglais, a, encore une fois, été très enrichissant, tant au niveau humain qu'au niveau de mes connaissances.

Ce stage m'a ainsi permis d'élargir des zones d'interrogation de mon projet professionnel et personnel car j'ai pu avoir une vision plus nette et globale de ce que représente la recherche dans le domaine informatique. De plus, j'appréhende désormais beaucoup moins une éventuelle expérience à l'étranger car j'ai pu prendre conscience de tous les bénéfices de la découverte d'une nouvelle culture.

Annexes

Liens utiles :

- <http://www.ptidej.net>
- <https://wiki.ptidej.net>