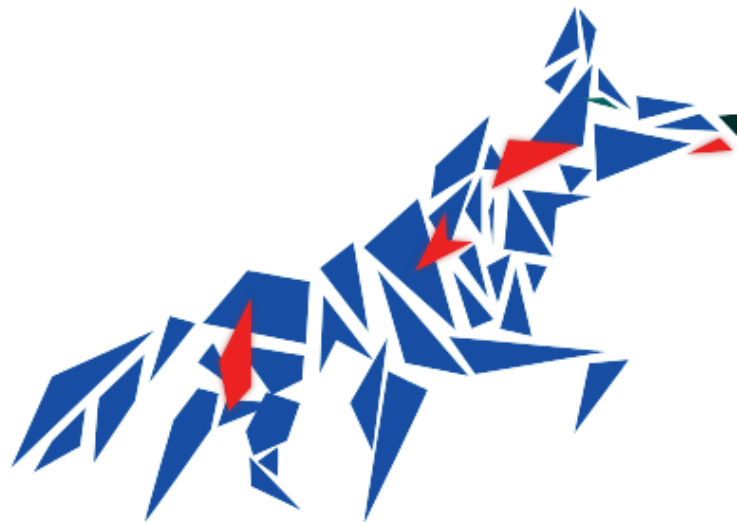


PORTFOLIO INNOVATIVE SMART SYSTEM

Julien CHOUVET



INNOVATIVE SMART SYSTEMS

5^{ème} année ISS - INSA Toulouse

1 – Présentation du portfolio

Ce portfolio constitue le support d'évaluation pour ma 5ème année à l'INSA de Toulouse, dans le Parcours Transversal Pluridisciplinaire (PTP) Innovative Smart System (ISS). Au-delà de la simple évaluation, ce document recense et fait le point sur l'ensemble des compétences acquises lors de cette dernière année, tout en s'appuyant sur celles acquises tout au long de mon cursus d'élève ingénieur. Vous y retrouverez ainsi les Unités de Formation (UF) suivies cette année mais également les stages et projets réalisés, qui m'ont permis de parfaire ma formation. La rédaction de ce document m'a permis de réaliser mon auto-évaluation et d'analyser de manière plus approfondie mes expériences passées. Cela m'a ainsi permis de situer concrètement mon niveau dans les domaines de l'électronique, de l'informatique et des réseaux. A travers ce portfolio, je réalise mon auto-critique en apportant un raisonnement dont le but est de décrire et d'établir le plus concrètement possible les compétences acquises durant ma formation. Ce dernier s'appuie sur un répertoire Git, contenant l'ensemble des rapports, codes sources, posters, etc., que vous trouverez à l'adresse suivante :

https://github.com/JulienChvt/INSA_5th_Year_Innovative_Smart_System.git

Afin de rendre compte au mieux de tout cela, je commencerai d'abord par me présenter au travers de mon CV et de mon parcours universitaire. Puis je décrirai et analyserai ma formation durant cette dernière année en ISS. Pour cela, je présenterai et approfondirai les connaissances développées à chaque module, constituant les différentes Unités de Formation, à travers la trame suivante :

- Présentation
- Mes fonctions
- Résolution des problèmes
- Bilan et Auto-Evaluation

2 – Curriculum Vitae



CONTACT



App. 1702, Residence R3
6 allée des sciences appliquées
31400 Toulouse, France



+33 6 26 73 29 41



chouvet.julien@gmail.com

I am currently a 5th year student in **engineering** at **INSA Toulouse**. Major in **Embedded Systems** and **Innovative Smart System**.

I have always been interested by **technologies and innovations**. That's why I'm having a **professional training contract** with the start-up **Ffly4u**, which is at the heart of the **Internet of Things (IoT)**.

PROFESSIONAL SKILLS

- **Programming languages:** C, C++, Python, Java, Bash, Assembly, ADA, HTML/CSS, R, Matlab

- **Version control:** Git

- **Operating System:** Unix, Mac OSX, Windows

LANGUAGES

French ● ● ● ● ●
English ● ● ● ● ●
(TOEIC: 930)
Spanish ● ● ● ● ●

Julien CHOUVET

**Electronic - Automatic &
Embedded System Engineer**

EDUCATION

Engineering School, INSA Toulouse | 2013 - Present
Master of Embedded Systems | Major in Automation and Electronic Engineering, Specialized in Innovative Smart System.

Exchange Student, SIIT Bangkok | 08.2016 - 01.2017
Semester abroad at Sirindhorn International Institute of Technology (SIIT).

High School Baccalauréat, Cavailon, France | 2010 - 2013
French equivalent of A Level / High School Diploma in Science.
Options: Mathematics and European English Section.
Grade: With honours.

PROFESSIONAL EXPERIENCES

Professional Training Contract Embedded Software Engineer Ffly4u | September 2018 - Present

I'm part of the embedded software team in charge of the software development of the ffly4u's devices.

- Development of my knowledges of the IoT world: business issues, track of new technologies.
- Embedded software development.

Student project "Context Aware IoT System" | INSA Toulouse
October 2018 - January 2019

In partnership with the University of Wollongong (Australia). The main purpose is to locate people in a campus (indoor) and to propose them services depending on their location.

Internship - R&D engineer | Continental Automotive
May - August 2018

During this internship I was part of the *Door Handle Sensor* section which develops smart door handle systems for cars.

- Involvement in R&D projects : development and analyse of proof of concept.
- Development of knowledges in different technologies : NFC and capacitive detection, CAN and voltage modulation communication.
- Discovery of the automotive industry.
- Improvement of autonomy, communication and deductive skills.

INTERESTS

Sports - Judo

- Black Belt 1st Dan
- Participation in competition
- In charge of the INSA's Judo Section

Travel

I like to travel, discover new countries and new cultures.

3 – Parcours professionnel

Dans cette partie je vais exposer mon parcours professionnel, mes expériences et les choix qui m'ont amené à être, aujourd'hui, en 5^{ème} année à l'INSA de Toulouse, dans le PTP Innovative Smart System.

En 2013, j'obtiens mon baccalauréat scientifique, spécialité mathématique et option européenne anglais, avec mention très bien. Ayant toujours été passionné par les sciences et les nouvelles technologies, je m'oriente donc naturellement vers des études dans ces domaines. J'ai alors été accepté à l'INSA de Toulouse.

C'est ainsi que j'intègre l'école en 1^{ère} année de prépa intégrée. Dès la seconde année, je m'oriente dans la filaire IMACS (Ingénierie des Matériaux, Composants et Systèmes) apportant les connaissances nécessaires pour appréhender, d'une part, la physique des matériaux et des composants micro et nano-électronique et, d'autre part, la commande automatique des processus et la conception de systèmes électroniques intégrés en vue de l'acquisition de données et de leur utilisation dans la commande des systèmes et processus en temps réel. Elle me sensibilisera à la physique microscopique, au traitement du signal mais surtout à l'électronique analogique et numérique, à l'assemblage de composants et à la commande de systèmes.

En 3^{ème} année, mon choix se porte sur la spécialité Automatique et Electronique (AE). Cette dernière va me permettre d'acquérir des compétences en automatique, en électronique et en informatique afin de développer et de piloter des systèmes complexes ainsi que des systèmes de commande automatique ou électroniques avec les outils informatiques associés. Cette 3^{ème} année confirmera mon intérêt pour les systèmes électroniques, alliant à la fois un aspect hardware et un aspect software. C'est ainsi que je choisis de me spécialiser dans les Systèmes Embarqués (SE) pour ma 4^{ème} année.

Cette 4^{ème} année fut particulière car elle commença par un semestre d'étude à l'étranger. En effet, j'ai eu l'opportunité de poursuivre mes études pendant 6 mois à *Sirindhorn International Institute of Technology (SIIT)* à Bangkok en Thaïlande. Cette expérience m'a permis de découvrir une nouvelle culture, de nouveaux modes de travail et d'échanger avec des personnes de divers horizons, tout en perfectionnant mon anglais. A mon retour en France, j'ai alors intégré la spécialité SE de l'INSA de Toulouse. Au cours de ce second semestre, nous nous sommes vus attribués des projets tuteurés en partenariat avec des entreprises. Pour ma part, j'ai choisi de travailler avec une startup appelée *Swimbot*, sur un sujet qui consistait à prendre en main un objet connecté (ici le *Swimbot*) et de proposer un moyen de l'améliorer. Pour notre groupe cela a été en y incluant une fonction de prise de fréquence cardiaque en milieu aquatique. Vous pouvez retrouver ce projet dans le dossier *4th_Year_Project_Swimbot* sur mon Git.

Cette 4^{ème} année s'est clôturée par un stage d'une durée de 4 mois. J'ai effectué ce dernier chez *Continental Automotive France* à Toulouse. Durant ce stage j'ai pu travailler en R&D sur les poignées de porte de voitures intelligentes permettant, par exemple, d'ouvrir/fermer une voiture juste en passant sa main sur la poignée. Cette expérience constitue mon premier contact avec le monde de l'industrie (automobile). Vous pouvez retrouver un poster de présentation du travail effectué lors de ce stage dans le dossier *4th_Year_Internship_Continental_Automotive* de mon répertoire Git.

Enfin, pour ma dernière année d'étude, j'ai choisi le PTP Innovative Smart System car je porte un intérêt particulier au domaine de *l'Internet of Things (IoT)* et de l'innovation technologiques en général. J'ai choisi d'effectuer cette 5^{ème} année en contrat de professionnalisation dans la startup [FFLY4U](#), basée à Toulouse. Cette dernière intervient dans le domaine de l'IoT orienté industriel et développe des objets connectés permettant la géolocalisation en intérieur comme en extérieur d'actifs mobiles, ainsi que d'autres fonctionnalités comme par exemple le suivi des températures.

4 – PTP Innovative Smart System

Le Parcours Transversal Pluridisciplinaire (PTP) Innovative Smart System (ISS) a pour objectif de former des étudiants capables d'innover, c'est-à-dire de concevoir, produire distribuer et promouvoir un « smart system », de l'élaboration des composants à l'analyse du marché, tout en prenant en compte les aspects sociétaux.

Ainsi, pour y parvenir, ce PTP regroupe un ensemble de modules pluridisciplinaires permettant d'aborder l'ensemble de ces domaines et couvrant des disciplines vastes et variées. Cette formation s'est articulée autour de plusieurs projets menés en groupe d'étudiants provenant de spécialités, de pays et de cultures différents, apportant ainsi des compétences variées et complémentaires. Le but de ces projets est de former des ingénieurs capables de proposer des innovations sur de nouveaux concepts, puis de les concevoir et de les réaliser. La richesse des projets proposés nous a permis de concevoir des solutions complètes, allant de la conception des capteurs et de leur électronique, puis à la mise en place du réseau pour la communication et enfin à la gestion et au traitement des données et à leur restitution à l'utilisateur.

A travers cet enseignement j'ai donc pu renforcer mes connaissances techniques et acquérir des compétences en gestion de projet. De plus, ce PTP étant orienté Internet Of Things (IoT), j'ai pu élargir mes connaissances dans ce domaine novateur et en plein développement. Par la suite, ce portfolio va détailler l'ensemble des Unités de Formation (UF) suivies dans ce PTP, dont voici une brève présentation :

Training Unit	Contents	Hours	ECTS
Smart Devices	Microcontrollers, Open-source hardware, Computer Aided Design (CAD)	59,5	5
Communication	Protocols, Wireless Communication, Energy and Security for connected objects	56,25	6
Middleware and Service	Service architecture, Middleware for IoT, Adaptability: Cloud and Autonomous management	62	6
Analysis and data processing, business applications	Software engineering, Semantic Data processing, Processing and Analysis of Data: Big Data Principle	37,25	5
Innovative Project	Interdisciplinary Project and Project Management	80,75	6
Innovation and Humanity	Innovation, Social Acceptability, Business Development, Creativity Methods, Team Management, Sport	95,5	6
Internship		16 to 20 weeks	30

Pour réaliser plus concrètement mon auto-évaluation, une matrice de compétence relatant toutes les compétences visées par chaque module et mon niveau dans chacune d'elle conclura chaque module de ce PTP ISS.

Son fonctionnement est simple et correspond aux critères d'évaluation suivant :

- 1 - Niveau d'application :** suivi de consignes ou de procédures.
- 2 - Niveau d'analyse :** amélioration ou optimisation de solutions ou des propositions.
- 3 - Niveau de maîtrise :** conception de programmes ou définitions de cahiers des charges.
- 4 - Niveau d'expertise :** définition d'orientations ou de stratégies.

4.1 – Smart Devices

Le premier cours que j'ai suivi lors de ma dernière année d'étude est *Microcontroller and Open Source Hardware*. Le but de celui-ci est de découvrir le monde de l'open source et des licences dites libres. Pour illustrer cela, nous avons travaillé avec la plateforme Arduino. De par mes précédents projets, j'avais déjà eu l'opportunité de travailler sur des cartes Arduino et je connaissais donc les spécificités de la programmation sur ce type de microcontrôleur. Cependant, lors de ce projet, nous avons utilisé le réseau LoRaWAN, ce qui était une nouveauté pour moi.

Deux modules composent cette UF :

- Microcontroller and Open Source Hardware (MOSH)
- Nano-capteurs

Ainsi, au cours de cette UF, j'ai pu renforcer mes compétences concernant les microcontrôleurs et leur programmation. J'ai également découvert la fabrication de nano-capteurs et leur intégration au sein d'une chaîne d'acquisition.

4.1.1 – Microcontroller and Open Source Hardware



➤ PRESENTATION

La spécificité de ce module était de gérer en parallèle le développement du capteur de gaz connecté et la création de la carte Arduino sous *KiCad*.

Pour la première partie, nous avons utilisé quelques composants hardware comme une *Arduino Uno*, une puce RN2483 de *Microchip* pour la connectivité *LoRa* et un capteur de gaz MQ-9 de Groove. Nous avons également utilisé des composants électroniques (résistances, amplificateur opérationnel) pour réaliser un *trigger de Schmidt* utilisé pour détecter lorsque la valeur du capteur de gaz dépasse une certaine valeur.

Pour la seconde partie, nous avons utilisé le logiciel libre *KiCad* pour designer toutes les spécifications de la carte *Arduino Uno*.

➤ MES FONCTIONS

La réalisation de ce projet s'est faite par groupe de deux. Mon partenaire et moi-même avons travaillé sur les mêmes aspects. Dans un premier temps, nous avons connecté le capteur de gaz à la carte *Arduino Uno* afin de récupérer les valeurs que nous avons ensuite envoyé sur

le réseau *LoRa*. Puis, grâce à *The Things Network* et *Node-RED*, nous avons créé un *dashboard* permettant à l'utilisateur de visualiser la valeur du capteur de gaz et de le calibrer si besoin. Enfin, nous avons ajouté une alerte qui est déclenchée quand la valeur du capteur de gaz dépasse une certaine valeur seuil signifiant un danger.

Pour la création de la carte Arduino, nous avons suivi les instructions dispensées par le professeur pendant les cours et nous sommes parvenus, étape par étape, au résultat escompté.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Comme j'étais déjà familier avec l'environnement Arduino, le développement du software n'a pas été un problème. Pour ce qui est de la communication sur le réseau *LoRa* et l'utilisation de *The Things Network* et *Node-RED*, qui étaient nouveaux pour moi, cela n'a pas posé de problème majeur, étant donné que la prise en main de ces outils est assez facile et bien documentée.

Le design de PCB et le routage des circuits sur *KiCad* étaient également tout à fait nouveaux pour moi. *KiCad* est un outil très puissant offrant beaucoup de possibilités dont il a parfois été difficile de s'approprier. Finalement, nous sommes parvenus à nos fins en découpant le travail étape par étape et en suivant les indications dispensées en cours.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Ce module m'a permis de découvrir le réseau *LoRa* : comment envoyer et recevoir des données sur le réseau et comment les utiliser efficacement. J'ai également pu voir comment créer une interface utilisateur et ainsi apporter de l'interactivité entre l'utilisateur et le système. Enfin, j'ai pu mettre en application mes connaissances en électronique grâce à *KiCad* et réaliser ainsi pour la première fois un PCB du début à la fin. Cela m'a ainsi aidé à comprendre plus en détail le fonctionnement d'un microcontrôleur, puisque nous avons eu à fabriquer notre propre Arduino auquel nous avons ajouté un étage d'amplification afin d'utiliser le capteur de gaz que nous avons créé en salle blanche (cf module Nano-Capteurs).

Le projet de construction d'un capteur connecté est un bon exemple d'application de l'IoT. J'ai également eu la possibilité de découvrir plus précisément le monde de l'open source, ses challenges et ses opportunités.

De plus, l'apprentissage du réseau *LoRa* m'a particulièrement tenu à cœur puisque la startup dans laquelle j'effectue mon contrat de professionnalisation utilise, entre autres, ce réseau pour faire communiquer ses *devices*. Les compétences acquises dans ce module ont donc directement pu être mise en application dans mon travail en entreprise.

Vous pouvez retrouver l'ensemble des codes sources Arduino, Node-RED et TTN, ainsi que les shields *KiCad* et le rapport du projet dans le dossier *Microcontroller_Open_Source_Hardware* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Comprendre l'architecture des microcontrôleurs et comment les utiliser.	4
Etre capable de concevoir un system d'acquisition de données (capteur, microcontrôleur) en fonction de l'application visée.	4
Etre capable de concevoir l'électronique de conditionnement du signal du capteur (design + simulation).	4
Etre capable de concevoir un <i>shield</i> permettant d'interfacer le capteur de gaz.	4

Etre capable de réaliser le logiciel associé et son interface homme-machine.	4
Etre capable de combiner l'ensemble pour réaliser un <i>smart device</i> .	4

4.1.2 – Nano-Capteurs

➤ PRESENTATION

Ce module vient compléter le module précédent. En effet, nous venons de voir que nous avons réalisé un capteur de gaz connecté à l'aide, dans un premier temps, d'un capteur de gaz *MQ-9* de la marque *Grove*. Le but de ce module est de fabriquer notre propre capteur de gaz, afin de remplacer le *MQ-9*.

Ce module s'est ainsi articulé autour d'une semaine en salle blanche de l'AIME (Atelier Universitaire de Micro-nano Electronique), durant laquelle nous avons conçu et caractérisé notre propre capteur.

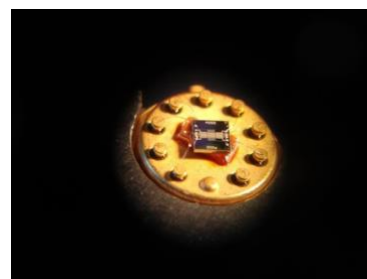
J'ai ainsi pu acquérir les compétences suivantes :

- Connaissance des conditions particulières dans laquelle la manipulation de nanoparticules doit être faite pour éviter toute pollution ou résultat aléatoire.
- Expérience dans la création d'un capteur à base de nanoparticules et une reconnaissance de la complexité et précision avec laquelle sont créés les capteurs que je serai amené à utiliser dans mes futurs projets.
- Compréhension des effets que peuvent avoir des nanoparticules sur l'électronique d'un capteur.

➤ MES FONCTIONS

Lors de cette semaine passée en salle blanche, le but était de réaliser un capteur de gaz à base de nanoparticules de WO_3 . Une fois le capteur réalisé, nous pouvions ainsi le tester afin de le caractériser. Nous avons ainsi suivi les différentes étapes suivantes :

- Synthèse des nanoparticules de WO_3 .
- Elaboration de la puce micro-électronique.
- Intégration de la couche sensible de nanoparticules sur la puce.
- Caractérisation électrique du capteur sous atmosphère contrôlée.



J'ai ainsi pu prendre part à la réalisation de ces différentes étapes. J'ai alors été capable de voir comment sont fabriquées les nanoparticules utilisées aujourd'hui dans de nombreux composants. Une fois les capteurs réalisés, nous avons pu observer les résultats à l'aide d'un Microscope Electronique à Balayage (MEB), afin de vérifier la qualité de notre dépôt de nanoparticules sur les peignes interdigités. Enfin, nous avons fait passer une série de tests

électriques à nos capteurs afin d'en déterminer les caractéristiques principales pour pouvoir rédiger leur *datasheet*.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Lors de ma 2^{ème} année à l'INSA j'avais déjà eu la chance de pouvoir travailler dans la salle blanche de l'AIME afin de fabriquer des cellules photovoltaïques. Cet environnement n'était donc pas nouveau pour moi. Néanmoins, il a été très intéressant de pouvoir participer à la réalisation de ces capteurs de gaz et de se rappeler dans quelles conditions de propreté et avec quelle précision les manipulations sont effectuées.

Le point le plus dur de ce module aura été de se replonger dans le génie physique afin de comprendre les interactions qu'il existe au sein de la matière à des échelles aussi petites et qui sont à l'origine du fonctionnement de ces capteurs.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Cette semaine passée à l'AIME fut très intéressante. Ce fut l'occasion de travailler dans un environnement et avec des outils qui ne nous sont pas forcément familiers, tout en révisant des notions de physique.

Cela m'aura permis de comprendre l'intérêt et les enjeux de l'utilisation des nanoparticules pour réaliser des capteurs électroniques.

J'ai également pu acquérir de solides bases dans la rédaction, et donc dans la compréhension, de la *datasheet* du capteur, construite en synthétisant les caractéristiques électriques et physiques pertinentes.

Vous pouvez retrouver la *datasheet* réalisée suite à la confection et aux tests réalisés sur le capteur dans le répertoire *Nanoparticles_Gas_Sensor* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Comprendre les notions de base concernant les capteurs et l'acquisition de données, d'un point de vue physique, électronique et métrologique.	3
Etre capable de concevoir un capteur composé de nanoparticules en utilisant des outils microélectroniques : synthèses chimiques, assemblage et tests.	3
Etre capable d'écrire la <i>datasheet</i> du capteur réalisé.	3

4.2 – Communication

Comme nous l'avons vu dans le module précédent, l'IoT est constitué d'une multitude d'objets (capteurs, actionneurs). Cependant, pour avoir une véritable plus-value, ces objets ont besoin de communiquer, entre eux et/ou à avec serveur, afin d'échanger les données collectées et éventuellement recevoir des ordres.

Ainsi, cette UF nous enseigne comment faire communiquer ces objets. Il existe aujourd'hui un grand nombre de réseaux existants permettant de faire cela. Cependant, leurs caractéristiques diffèrent et il est donc très important de bien choisir le(s)quel(s) utiliser afin de répondre au mieux aux besoins.

Cette UF se divise en plusieurs modules :

- Communication numérique sans fil pour les objets connectés
- Protocoles pour les objets connectés
- Energies pour les objets connectés
- Sécurité dans les réseaux d'objets connectés

A travers cette UF j'ai donc pu découvrir les différents moyens de communication sans fil utilisés dans l'IoT, leurs caractéristiques et leurs limitations. J'ai également pu développer des compétences concernant la sécurité de ces réseaux utilisés dans l'IoT. Enfin j'ai pu retravailler sur la question de l'énergie, enjeu majeur pour les objets connectés.

4.2.1 – Communication numérique sans fil pour les objets connectés

➤ PRESENTATION

Ce module s'est articulé autour de cours théoriques avec un rendu d'exercice et de travaux pratiques d'initiation à la radio logicielle. Ainsi, j'ai pu acquérir plusieurs compétences, notamment :

- Un rappel des méthodes de modulation/démodulation des signaux, utilisées pour la communication avec un signal radio.
- Les étapes de traitement du signal pour l'émission et la réception.
- Les limites et facteurs atténuants de la propagation du signal ainsi que l'étude de l'impact de ces facteurs sur la transmission de messages.
- Le traitement numérique du signal par une initiation à la radio logicielle avec *GNURadio*
- Etude et utilisation d'un *Universal Software Radio Peripheral (USRP)*.

➤ MES FONCTIONS

Outre les aspects théoriques acquis lors des cours, j'ai pu étudier l'impact des interférences entre deux réseaux au travers d'un exercice. Dans ce dernier, il était question de déterminer l'influence d'un émetteur WiFi sur la propagation d'un signal Zigbee. Pour cela, j'ai utilisé le modèle *One Slope* décrit en cours.

Les TP de Radio Logicielle ont été l'occasion de mettre en application les notions de modulation/démodulation du signal. Après avoir vu les aspects mathématiques de la modulation de signaux et étudier le fonctionnement d'un *USRP*, nous avons analysé les différentes opérations qui constituent la chaîne d'acquisition du signal. Puis, dans un second, j'ai pu prendre en main *GNURadio* afin de traiter numériquement des signaux radio pour pouvoir les analyser et les modifier en vue de certaines utilisations. En combinant l'utilisation de *GNURadio* et de l'*USRP*, j'ai alors pu acquérir et traiter des signaux provenant des bandes *High Frequency (HF)* et *Very High Frequency (VHF)* afin de pouvoir écouter des transmissions de radio FM ainsi que des communications intercontinentales d'informations météorologiques pour les avions (*VOLMET*).

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Le cours étant assez dense et le temps consacré assez restreint, il a été difficile d'intégrer tous les aspects directement. Néanmoins, l'exercice sur le réseau *Zigbee* a été un bon moyen de revenir sur certaines notions et notamment l'utilisation du modèle *One Slope*.

Les TP quant à eux ont été très denses mais très intéressants et bien structurés. Cela permettait une compréhension et une progression pas à pas, afin d'intégrer l'ensemble des aspects abordés. La partie mathématique, bien que parfois compliquée, m'a permis de comprendre correctement le rôle de chaque composant de la chaîne d'acquisition et de traitement du signal. Cela a donc permis de faciliter la prise en main de *GNURadio*, qui est assez simple d'utilisation mais qui offre de nombreuses possibilités qu'il a fallu apprendre à maîtriser.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Ce module m'aura permis d'acquérir les compétences liées aux traitements du signal radio présent dans la plupart des réseaux utilisés dans l'IoT. J'ai notamment pu voir qu'il est important d'étudier correctement l'environnement dans lequel on souhaite déployer un réseau de communication de capteur puisque celui-ci peut grandement interférer avec notre réseau et ainsi altérer ses capacités.

J'ai d'autant plus apprécié ce cours que j'ai pu faire le lien avec certains problèmes rencontrés dans l'entreprise où j'effectue mon contrat de professionnalisation. En effet, les *devices* développés embarquant plusieurs technologies de communication et étant positionnés dans divers endroits (en intérieur comme en extérieur), il arrive que l'on doive faire face à des problèmes de communication.

J'ai également pu mettre en œuvre les compétences acquises sur le comportement des signaux dans le projet intégrateur, dans lequel mon groupe et moi-même travaillons sur de la géolocalisation en intérieur, en utilisant les réseaux WiFi et Bluetooth. Ce module m'a donc permis de mieux comprendre et appréhender la propagation des signaux de ces réseaux. Vous pouvez retrouver l'exercice sur la propagation du réseau *Zigbee* ainsi que le projet de SDR dans le dossier *Wireless_Communication_Systems* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Connaître les principales techniques de traitement de signal utilisées dans les communications numériques.	4
Savoir expliquer la structure de base émetteurs-récepteurs à radiofréquence numérique.	4

4.2.2 – Protocoles pour les objets connectés

➤ PRESENTATION

Ce module s'est partagé entre deux cours magistraux « *From 3G to 5G* » et « *Wireless Sensor Network* » et des recherches documentaires faites par les étudiants.

En suivant ces cours j'ai ainsi pu acquérir des connaissances relatives à :

- L'évolution des réseaux GSM de la 2G à la 5G.
- L'étude détaillée des principaux réseaux utilisés dans le domaine de l'IoT (Sigfox, LoRa, NB-IoT, 5G) et leurs caractéristiques.
- Une étude de la couche MAC intégrée dans les réseaux de capteurs sans fil.
- L'enjeu de la sécurité lors du transfert des données par ces réseaux.

➤ MES FONCTIONS

L'originalité de ce module tient au fait que la plus grande partie de l'enseignement s'est faite au travers de recherches documentaires, de présentations et d'échanges avec les élèves.



Pour ma part, j'ai travaillé sur la caractérisation du réseau Sigfox en écrivant un rapport synthétisant le fonctionnement, tant général qu'au niveau des couches réseaux. J'ai également réalisé une étude de la consommation énergétique et la notion de sécurité relative à ce réseau.

J'ai également travaillé sur l'émergence de la 5G, ses caractéristiques et son développement par l'opérateur Samsung. Enfin, j'ai étudié les caractéristiques de la couche réseau *Medium Access Control (MAC)* pour les réseaux de capteurs sans fil. Je me suis notamment intéressé aux différentes méthodes d'accès au *medium*, aux protocoles développés pour les réseaux de capteurs sans fil et aux sources de perte d'énergie dans ces protocoles.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Le principal problème rencontré lors des recherches a été de suivre l'évolution rapide de ces technologies. L'IoT étant un domaine novateur et très en vogue actuellement dans le monde des nouvelles technologies, l'évolution des technologies qu'il utilise est très rapide ce qui nécessite de vérifier que les informations recueillies sont actuelles et pertinentes.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Etant très intéressé par le domaine de l'IoT et étant en contrat de professionnalisation dans une startup au sein de ce domaine, j'essaie de me tenir informé des évolutions techniques. Cependant, l'IoT est un secteur évoluant très vite et il faut donc constamment se tenir au courant des dernières avancées. Ce module m'a ainsi permis de faire le point sur les connaissances que j'avais et d'avoir une vision plus claire des différents réseaux existants, leurs atouts et leurs faiblesses. Enfin, j'ai également pu découvrir les enjeux futurs pour ces moyens de communication, tant au niveau technique qu'économique et sociétal.

Vous pouvez trouver mes recherches sur le réseaux LPWAN Sigfox, la présentation sur la 5G et la stratégie de Samsung et l'étude sur les couches MAC pour les réseaux de capteurs sans fil dans le répertoire *Communication_Protocols_For_IoT* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Comprendre les étapes majeures du développement des communications mobiles et des technologies associées.	4
Connaître les enjeux des nouvelles générations de communication mobile.	4
Etre capable d'analyser et d'évaluer les technologies de réseaux sans fil optimales.	4
Etre capable de proposer des solutions technologiques optimales applicables à l'IoT.	4
Comprendre et maîtriser l'optimisation des protocoles de communication en tenant compte des limitations énergétiques.	4
Comprendre et maîtriser l'optimisation des protocoles de communication en respectant les enjeux liés à la sécurité	4

4.2.3 – Energie pour les objets connectés

➤ PRESENTATION

Au cours du semestre, ce module était composé de cours théoriques. Ces derniers m'ont permis de consolider mes compétences dans le choix des sources d'alimentation lors de la réalisation de système embarqués, en répondant notamment aux questions suivantes :

- Comment alimenter un système embarqué ?
- Comment choisir le type de batterie le plus adapté aux besoins de mon système ?
- Quelles sont les principales méthodes de récupération d'énergie et comment les mettre en place ?

➤ MES FONCTIONS

Ce module s'est articulé autour de cours magistraux reprenant des notions abordées en 4^{ème} année. Ainsi, nous avons pu voir quelles sont les principales caractéristiques des différentes batteries rechargeables ou non, afin de pouvoir choisir au mieux en fonction du cas d'usage. L'accent a également été mis sur les éventuels dangers d'utilisation de certaines batteries en fonction des conditions et du contexte d'utilisation.

Enfin, nous avons pu voir quelles sont les solutions permettant de récupérer de l'énergie et de la stocker, afin de rendre un système complètement autonome en énergie.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Ayant déjà suivi ce cours en 4^{ème} année je n'ai rencontré aucun problème particulier au cours de ce module.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Ce module m'aura permis de consolider mes connaissances dans le domaine des énergies appliquées aux objets connectés. De par l'expérience que j'ai pu avoir dans la startup où j'effectue mon contrat de professionnalisation, je sais que le choix et le dimensionnement de la source d'énergie est un facteur clé dans l'IoT et dans les systèmes embarqués en général. En effet, un calcul de la consommation prévisionnelle des *devices* développés est réalisé fréquemment et à chaque ajout ou modification de fonctionnalités, afin d'avoir une idée des ressources énergétiques nécessaires pour le faire fonctionner. Cet aspect est d'autant plus important qu'il constitue un argument de poids lors de la vente du produit aux clients.

Compétences	Auto-Evaluation
Maitriser l'architecture d'un système de gestion d'énergie, à stockage simple et à récupération d'énergie.	4
Savoir dimensionner l'élément de stockage en fonction du cahier des charges.	4

4.2.4 – Sécurité dans les réseaux d'objets connectés

➤ PRESENTATION

Le but de ce module est de nous sensibiliser à l'importance et à la complexité de la mise en place de règles de sécurité pour lutter contre différents types d'attaques. Pour cela, cet enseignement a été dispensé sous la forme de cours magistraux.

La réalisation de ce module m'a donc permis de compléter mes connaissances des réseaux de communication, notamment dans leur sécurisation.

Ainsi, ce module m'a apporté :

- Des bases sur l'existence de différents types d'attaques sur les réseaux, leurs impacts et leurs buts.
- Une connaissance des failles qui peuvent exister sur les réseaux et des méthodes pour éviter que ces dernières représentent un danger.

➤ MES FONCTIONS

Ce module était composé de cours théoriques. Ceux-ci nous ont permis d'identifier les différents types d'attaques qui peuvent menacer le bon fonctionnement des différents réseaux. Des exemples nous ont montré la gravité que ces dernières peuvent avoir et les dégâts qu'elles

peuvent causer. L'accent a également été mis sur les menaces présentes dans les réseaux intervenants dans l'internet des objets et les nouvelles failles qui voient le jour. Enfin, des méthodes pour lutter contre ces attaques ont été introduites.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Pour moi, la principale difficulté de ce module réside dans le fait qu'il n'y a pas eu de travaux pratiques pour illustrer les notions vues en cours. Ce dernier est assez dense, avec beaucoup de nouvelles notions à intégrer, notamment dans un domaine aussi vaste et complexe que celui de la sécurité informatique. Ainsi, un côté pratique m'aurait permis de mieux assimiler les notions importantes et de gagner en compétence.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

La sécurité informatique est aujourd'hui un domaine très important dans un monde de plus en plus connecté et digital. En effet, de par son développement rapide et important, créant ainsi un engouement pour le domaine de l'IoT, les acteurs de ce domaine ont d'abord cherché à inonder le monde d'objets connectés, sans forcément penser à développer des systèmes de sécurité pour ces derniers. Aujourd'hui, nous prenons conscience de cette erreur et essayons de développer des réseaux de capteurs de plus en plus fiables d'un point de vue sécurité. De plus, ces objets étant de plus en plus présent dans notre vie privée, il est nécessaire de garantir la sécurité des données personnelle que ces capteurs peuvent récolter et communiquer. J'ai donc beaucoup apprécié d'avoir un module sur ce thème. Cela m'aura permis de me sensibiliser aux menaces existantes à prendre en compte lorsque je serai amené à développer des réseaux de capteurs.

Compétences	Auto-Evaluation
Comprendre les notions de base de la sécurité.	4
Etre capable d'identifier les faiblesses d'une architecture IoT.	3
Savoir identifier l'impact de l'exploitation d'une vulnérabilité sur une architecture IoT.	3
Etre capable de proposer des contre-mesures de sécurité adaptées.	2

4.3 – Middleware & Service

Les deux précédents UF nous ont montré comment réaliser des capteurs et acquérir les données puis comment faire communiquer les capteurs et envoyer les données. Nous allons dans cet UF voir comment il est possible de visualiser ces données et d'interagir avec les objets déployés.

Ainsi, l'unité de formation *Middleware & Service* nous apprend comment déployer des plateformes permettant d'obtenir les informations délivrées par les capteurs et d'effectuer des actions en fonction de ces dernières, tout cela de manière intuitive.

Cette UF se compose de trois modules :

- Architecture de service.
- Intergiciel pour les objets connectés.
- Adaptabilité : Cloud et Gestion Autonome.

En s'appuyant sur ces modules, cette UF m'a fait découvrir le côté « haut niveau » d'une architecture IoT classique. J'ai ainsi pu comprendre comment restituer au mieux aux utilisateurs les services apportés par les réseaux de capteurs et actionneurs déployés, en leur offrant une interface simple et fonctionnelle. J'ai également pu entrevoir tout un tas de possibilités offertes par certains constructeurs et fondations qui mettent à disposition des ressources permettant d'intégrer leurs produits pour accroître toujours plus le champ des possibles.

4.3.1 – Architecture de service

➤ PRESENTATION

Ce module s'est articulé autour de cours magistraux présentant les différentes architectures orientées services et ressources que l'on peut utiliser pour mettre en place des services web. En parallèle, nous avons pu illustrer ces notions lors de travaux dirigés. Enfin, nous avons réalisé un projet de gestion automatique des salles d'un bâtiment.

J'ai ainsi pu acquérir les connaissances et compétences suivantes :

- Compréhension des différents types d'architecture orientées services (SOA) et ressources (REST), leurs caractéristiques et leurs utilisations.
- Une expérience dans le déploiement de ce genre d'architecture pour la mise en place de services web.
- L'orchestration de ces services avec l'utilisation des BPEL, permettant de faire interagir les services entre eux suivant certains scénarios.
- Travailler selon la méthode agile Scrum.

➤ MES FONCTIONS

Ce module s'est déroulé de manière progressive avec, dans un premier temps, les cours théoriques qui m'ont permis de comprendre l'intérêt des architectures orientées services et ressources. Une approche comparative entre notamment les architectures REST et SOAP m'a

permis de connaître leurs caractéristiques et laquelle choisir en fonction de l'environnement et du résultat escompté.

Par la suite, les TD de niveaux progressifs m'ont permis de prendre en main ces outils et d'acquérir les compétences nécessaires pour créer mes propres services web.

Enfin, en binôme nous avons réalisé un projet d'automatisation de services dans des salles. Il nous a alors été demandé de définir nous même les scénarios à mettre en place. Par exemple, éteindre les lumières et fermer les stores lorsqu'on quitte une pièce, puis de les implémenter en prenant soin d'argumenter les choix faits pour notre architecture. Afin de réaliser ce projet, nous avons créé des services *REST* permettant d'interagir avec les ressources que nous avons préalablement créées sur *OM2M*. Puis nous avons développé une interface utilisateur permettant, par exemple, à un administrateur de contrôler l'ensemble du système.

Pour réaliser ce projet, il nous a également été demandé d'organiser notre travail selon la méthode agile *Scrum* en s'appuyant sur l'outil *IceScrum*, notamment pour gérer l'organisation des *sprints*.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Pour ma part, la principale difficulté de ce module était de bien comprendre et distinguer les différences entre les architectures *SOAP* et *REST*, leurs atouts et leurs implémentations. Il en était de même pour les outils (*BPEL*, *ESB*) qu'il est possible d'implémenter. Ces notions ont pu se clarifier petit à petit grâce aux TD qui leur étaient consacrés, me permettant ainsi de mieux comprendre leurs intérêts.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Durant ce module, le déroulement étape par étape de chaque aspect a été bénéfique et m'a permis d'aborder le projet final avec toutes les cartes en main. De plus, les connaissances relatives à la plateforme *OM2M*, ainsi qu'à l'architecture *REST*, avait déjà été abordées dans le module *Intergiciel pour les objets connectés*, ce qui a facilité ma compréhension et la réalisation du projet.

La réalisation de ce module m'a ainsi permis d'acquérir de nouvelles compétences dans le domaine du *middleware*. Je suis maintenant capable de déployer une architecture de type *REST* ou *SOAP* afin de créer des services web et de créer des applications de haut niveau permettant de récupérer les données de capteurs, d'interagir avec des actionneurs et de définir et mettre en place des scénarios précis.

Vous pouvez trouver la réalisation de l'ensemble du projet de gestion automatique des salles ainsi que le rapport dans le dossier *Service_Oriented_Architecture* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Savoir définir une architecture orientée services.	4
Déployer une architecture <i>SOA</i> en mettant en place des services web.	4
Configurer une architecture <i>SOA</i> en utilisant le protocole <i>SOAP</i> .	4
Configurer une architecture <i>SOA</i> en utilisant le protocole <i>REST</i> .	4

4.3.2 – Intergiciel pour l'Internet des Objets



➤ PRESENTATION

Ce module s'est déroulé en deux temps. Dans un premier temps nous avons dû nous former en autonomie sur le standard *OneM2M* et l'architecture *Representational State Transfer (REST)*, par l'intermédiaire d'un MOOC. Ensuite, nous avons réalisé des TP afin de mettre en application les connaissances apprises.

Ce module a ainsi pu me faire découvrir plusieurs standards de l'Internet des Objets et me faire utiliser le standard *oneM2M*, afin d'acquérir les compétences suivantes :

- Connaître les différents standards et les différentes architectures de l'IoT.
- Déployer entièrement une architecture *oneM2M RESTful*.
- Utiliser cette architecture pour mettre en place un réseau de capteurs.

➤ MES FONCTIONS

L'apprentissage par le MOOC m'a permis de découvrir les différents standards et architectures de l'IoT et des services Web en général. Puis, l'accent a été mis sur le standard *oneM2M* et les services Web de type *REST*. Après avoir complété ce cours, j'ai pu réaliser les TP proposés. Lors de ces derniers j'ai alors pu prendre en main la plateforme *Eclipse oneM2M* afin de déployer une architecture *oneM2M RESTful*. Puis, dans un second temps, j'ai pu développer un client *REST* en Java, permettant de configurer le service web *oneM2M*. Enfin, le but final a été de créer une architecture permettant de connecter des lampes *Philips HUE* à un système *oneM2M* afin de pouvoir les contrôler à partir d'une application haut niveau développée sur *NodeRED*.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

N'ayant aucune connaissance dans les standards utilisés dans ce module, il a donc fallu apprendre et assimiler tous ces aspects dans un temps imparti assez court. Néanmoins les TP m'ont permis de bien progresser et de mieux comprendre toutes les notions impliquées.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Ce module m'a ainsi permis de découvrir le standard *oneM2M* et les services Web de type *REST* qui sont tous deux utilisés dans l'IoT. Les TP m'ont permis de me rendre compte de la puissance de l'utilisation de ces technologies pour développer et interagir avec des réseaux de capteurs/actionneurs. Notamment le coté « générique » et « horizontal » du standard *oneM2M* qui lui permet de s'adapter à n'importe quel domaine d'application, que ce soit la *domotique*, l'*e-santé* ou encore les *smart-city*.

J'ai également pu voir que certains constructeurs comme *Philips* mettent à disposition des ressources permettant d'intégrer leurs produits dans nos plateformes afin d'obtenir toujours plus de possibilités.

Vous pouvez retrouver l'ensemble des sujets, codes sources et rapport de TP dans le dossier *Middleware_For_IoT* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Savoir positionner les standards principaux de l'Internet des Objets.	4
Déployer une architecture conforme à un standard IoT et mettre en place un système du réseau de capteurs.	4
Déployer et configurer une architecture IoT en utilisant <i>OM2M</i> .	4
Interagir avec les différentes ressources d'une architecture en utilisant une architecture <i>REST</i> .	4
Intégrer une nouvelle technologie dans une architecture IoT existante.	4

4.3.3 – Adaptabilité : Cloud et Gestion Autonmique

➤ PRESENTATION

Ce module s'est articulé autour de cours magistraux et de trois TP différents. Le but étant de nous introduire des techniques et technologies de virtualisation et de déploiement de systèmes logiciel dans des environnements dynamiques et décentralisés.

J'ai ainsi pu acquérir les compétences suivantes :

- Connaissances des principales caractéristiques et différences qu'il existe entre un *container* et une machine virtuelle.
- Compréhension des méthodes d'utilisation d'une infrastructure *cloud* dans le but de déployer des services.
- Prise en main de l'environnement de virtualisation de serveur *Proxmox* et automatisation de sa configuration et de sa gestion.

➤ MES FONCTIONS

Durant ce module, les TP, réalisés en binôme, m'ont permis de bien assimiler les notions relatives au *cloud* ainsi que l'intérêt et la mise en place d'une gestion automatique des services déployés. Après avoir étudié les principales caractéristiques différenciant les machines virtuelles et les *containers*, j'ai pu retrouver par la pratique ces notions, notamment en manipulant des machines virtuelles avec *VirtualBox* et des *containers* avec *Proxmox*. Ensuite, nous nous sommes concentrés sur l'automatisation de la gestion de *containers*, toujours sur *Proxmox*, en utilisant une *API Proxmox* permettant, notamment, d'effectuer des requêtes de type *REST*. Enfin, lors du dernier TP, nous avons pu voir comment mettre une application à disposition d'un utilisateur par l'intermédiaire d'une plateforme Cloud comme *Google Cloud Platform* par exemple.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

La principale difficulté de ce module vient du timing qui était un peu juste pour mener à bien les TP. Ainsi, mon binôme et moi-même n'avons pas pu finir le dernier TP car nous avons rencontré des problèmes, lors du déploiement des applications sur certaines plateformes cloud, qu'il nous a été impossible de résoudre dans le temps imparti. De plus, la notion de *cloud* est très vaste et il difficile d'entrevoir l'ensemble des possibilités qu'il peut offrir.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Lors des périodes passées en entreprise pour mon contrat de professionnalisation, j'avais eu à utiliser des *containers Docker* pour l'installation d'un serveur LoRa. Cela avait été l'occasion pour moi de découvrir le monde dit de la « *containerisation* » me permettant ainsi d'avoir quelques connaissances sur l'utilisation des *containers* et leurs différences avec les machines virtuelles. En revanche, ce module m'aura permis d'avoir une autre vision que celle du simple utilisateur en me permettant, par exemple, d'implémenter une gestion automatique de services déployés sur le cloud. Enfin, j'ai pu avoir un aperçu de comment déployer une application sur une plateforme cloud afin d'en offrir l'accès aux utilisateurs.

Vous pouvez retrouver les sujets, codes sources et rapports de TP dans le dossier *Adaptability_Cloud_and_Autonomic_Computing* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto -Evaluation
Comprendre la notion de <i>cloud computing</i> .	3
Utiliser une infrastructure cloud de type <i>Infrastructure As A Service (IaaS)</i> .	3
Déployer et adapter de manière autonome une plate-forme pour l'Internet des Objets sur le cloud.	3
Déployer une architecture <i>PaaS</i> basée sur <i>OM2M</i> .	3
Rendre autonome une architecture <i>PaaS</i> .	2

4.4 – Analysis & Data processing – Business Applications

Comme nous avons pu le voir dans les UF précédents, l'internet des objets s'appuie sur le déploiement de réseaux de capteurs. Ces derniers récoltent une quantité importante de données qu'il est alors impératif de traiter pour en extraire les informations recherchées.

Le but de cette UF a donc été de nous apporter les bases de l'analyse de grands volumes de données. Ce domaine, appelé Big Data, est très en vogue aujourd'hui et permet d'automatiser l'analyse de grandes bases de données, afin d'apporter de la plus-value aux données recueillies.

Cette UF comprenait deux modules :

- Web sémantique et traitement des données
- Traitement et analyse des données : Big Data

Au cours de cette UF j'ai ainsi pu acquérir des compétences sur le Big Data, domaine très actuel, ainsi que sur le web sémantique, qui permet la corrélation des données et dont j'ai pu me servir dans le projet.

4.4.1 – Web Sémantique et Traitement des Données

➤ PRESENTATION

Le module de Web Sémantique était composé de deux cours théoriques, au cours desquels il nous a été présenté les notions de base de ce domaine et notamment la notion d'ontologie. Puis, nous avons pu étayer d'avantage ces concepts lors des séances de TP.

J'ai ainsi pu développer les compétences suivantes :

- Comprendre un modèle de web sémantique.
- Créer, enrichir et utiliser une ontologie.
- Utiliser le logiciel « Protégé ».

➤ MES FONCTIONS

Le web sémantique étant complètement nouveau pour moi, les deux cours magistraux m'ont permis de bien comprendre l'utilité et les possibilités offertes par ce domaine.

Les TP m'ont ensuite permis de prendre en main le logiciel « Protégé ». Grâce à ce dernier, j'ai pu créer une ontologie que j'ai ensuite enrichi par des métadonnées afin de construire la sémantique sur laquelle appliquer le *raisonneur* de Protégé. Ce dernier est alors capable de déduire des relations entre certaines données, à partir des informations qu'on lui a fourni en amont. Le second TP m'a également permis de voir comment enrichir une ontologie à partir d'un code Java, ce qui permet d'automatiser la tâche et de pouvoir travailler sur un grand nombre de données.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Les TP étant de difficulté croissante, j'ai pu intégrer les notions correctement en les appliquant sur des cas concrets simples. La seconde partie était cependant plus complexe avec le développement du code Java pour enrichir et annoter un *dataset* afin de pouvoir l'exploiter

par la suite sous Protégé. Avec mon binôme nous sommes tout de même parvenu à nos fins et nous avons trouvé le résultat escompté.

Cependant, je reste conscient que l'utilisation du web sémantique s'est ici faite sur des cas basiques et que la mise en place d'ontologie sur des modèles plus complexes, avec plus de données et plus de dépendances, doit augmenter considérablement la complexité.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Grâce à cette UF, j'ai ainsi pu avoir un premier contact avec le web sémantique. Le bon déroulement des TP m'a permis d'acquérir les compétences attendues et de les mettre en application dans un cas concret. La puissance de déduction du *raisonneur* de Protégé laisse également entrevoir les bases de l'intelligence artificielle, domaine en plein développement aujourd'hui.

Enfin, dans le projet « *Context Aware IoT System* » développé cette année, nous avons intégré une base de connaissance grâce au web sémantique. Ce module m'a donc permis de prendre part aux réflexions quant à l'élaboration de cette dernière.

Vous pouvez retrouver l'ensemble des sujets, codes sources et rapport de TP dans le dossier *Semantic_Web* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Concevoir et comprendre un modèle conceptuel pour une application donnée.	3
Savoir inférer de nouvelles connaissances à partir d'une base de connaissance.	3
Etre capable d'enrichir des données avec des métadonnées sémantisées.	3

4.4.1 – Traitement et Analyse des données : Big Data

➤ PRESENTATION

Ce cours de Big Data était décomposé en deux temps. Dans un premier temps, nous avons eu des cours théoriques pour nous définir les notions clés du traitement et de l'analyse de données, ainsi qu'une introduction au langage de programmation « R ». En parallèle de ces cours magistraux, nous avons à réaliser des exercices en TD afin de nous faire apprendre le langage « R » et l'IDE « R Studio ». Dans un second temps, nous avons eu à réaliser un projet.

Ce module m'a ainsi apporté les compétences suivantes :

- Développement des bases pour traiter et analyser un très grand nombre de données.
- Apprentissage du langage « R » et de l'IDE « R Studio » et leur utilisation face à un *dataset*.
- Développement d'un regard critique quant aux résultats obtenus et à leurs possibles significations.

➤ MES FONCTIONS

Dans ce module j'ai apprécié les exercices de TD qui m'ont réellement permis de prendre en main « R » et de l'utiliser sur des cas concrets. Cette méthode d'apprentissage me convient très bien et le résultat est une bonne progression dans la maîtrise de ce langage, séance après séance. Contrairement au TD qui étaient réalisés seuls, le projet a été fait en binôme, ce qui a été l'occasion d'échanger nos méthodes et de réfléchir collectivement à la meilleure façon d'arriver aux résultats escomptés. Dans ce dernier nous devons trouver des *datasets* à analyser afin d'en extraire des informations et d'en tirer des conclusions. Avec mon binôme nous avons analysé chacun un *dataset* différent puis nous avons mis en commun nos résultats et échangé sur les aux méthodes utilisées et sur les conclusions faites. Ainsi, j'ai étudié la parité homme-femme auprès de dix pays lors des Jeux Olympiques d'été de Rio en 2016. J'ai également cherché à corréler ces informations avec les résultats obtenus pour chaque pays.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Le langage « R » est un langage très puissant pour le traitement des données, offrant ainsi une multitude de possibilités. De plus, c'est un langage dont la « philosophie » de codage est très différente des autres langages que je connais, comme Python ou C par exemple. Il est ainsi plus facile d'obtenir un résultat rapidement à condition de connaître les bonnes fonctions à utiliser et de savoir les manipuler correctement. C'est cela qui m'a posé le plus de problème. Cependant, la complexité des TD étant croissante, j'ai pu apprendre petit à petit à utiliser les outils pour réaliser ensuite le projet.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

Le Big Data est, de nos jours, un domaine très prisé, utilisé dans de nombreux secteurs différents (finance, marketing, ingénierie...). J'ai donc apprécié d'avoir un module d'introduction sur ce sujet. J'ai ainsi pu prendre conscience de la complexité de la gestion d'un très grand nombre de données. Le côté très pratique de ce module, avec les TD et le projet, m'a permis de comprendre comment y faire face, notamment grâce à l'utilisation d'un nouveau langage.

Vous pouvez retrouver l'ensemble du projet et les conclusions faites dans le dossier *Big_Data* de mon Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Savoir explorer et représenter des ensembles de données.	3
Maîtriser R.	3
Maîtriser la complexité des traitements statistiques et connaître les techniques de contournement.	3

5 – Projet Innovant

En parallèle de toutes ces UF, un projet intégrateur innovant devait être mené à bien. Par équipe quatre à cinq étudiants provenant de formations différentes (physique, électronique, informatique, réseaux) nous devons choisir un projet parmi une liste de sujets proposés par des entreprises, laboratoires ou universités.

L'objectif était de mettre en application toutes les compétences et connaissances acquises lors de notre formation à l'INSA, tant au niveau technique que transverses (management, gestion de projet, anglais, etc).

Le but de mener un tel projet à bien était de nous sensibiliser à la gestion et à la réalisation de toutes les parties, parmi lesquelles :

- L'étude des besoins et la spécification du cahier des charges.
- L'état de l'art des technologies existantes pouvant intervenir dans notre projet.
- Le management d'équipe et la gestion de projet.
- La réalisation d'une *proof of concept*.
- La réalisation d'une documentation scientifique détaillée et d'un rapport relatant le travail effectué en argumentant les choix effectués.
- La présentation du travail effectué et des résultats obtenus.

5.1 - Context Aware IoT System

➤ DESCRIPTION DU PROJET

Lorsque nous avons dû choisir entre les différents projets proposés, mon choix s'est porté sur un projet nommé « *Context Aware IoT System* ». Ce dernier, proposé par l'université de Wollongong en Australie, avait pour objectif la réalisation d'un système de géolocalisation *indoor* s'intégrant dans un *smart campus*. J'ai été attiré par ce sujet pour plusieurs raisons. La première est qu'il s'inscrit dans un projet plus large qui est celui du *smart campus* et peut même être étendu aux *smart cities*. Ces problématiques de « smartisation » du monde qui nous entoure, rendu possible notamment par l'émergence de l'IoT, sont des sujets que je trouve très intéressants et pour lesquels j'aimerais œuvrer plus tard. De plus, la géolocalisation *indoor* est un sujet traité par la startup dans laquelle j'effectue actuellement mon contrat de professionnalisation, ce qui m'a donc poussé à vouloir en apprendre davantage.

Les objectifs de ce projet étaient multiples et le but final était de fournir une *proof of concept* attestant, ou non, de la faisabilité du projet. Dans un premier temps, il a fallu voir s'il était possible de développer un système de géolocalisation s'appuyant sur les réseaux sans fil présents sur le campus. Puis, nous avons dû mettre au point une technique permettant de réaliser la localisation d'un utilisateur à l'intérieur d'un bâtiment. Enfin, nous avons dû implémenter cette technique afin de pouvoir attester de son fonctionnement et de pouvoir comparer les résultats obtenus avec ceux provenant d'une autre technique de géolocalisation (GNSS).

➤ DEROULEMENT DU PROJET - MES FONCTIONS

Le déroulement de ce projet a été très enrichissant puisqu'il a dû être géré de A à Z par nous-même. Tout d'abord, il a fallu apprendre à connaître son équipe. En suivant les conseils apportés par des cours transversaux au projet, nous avons commencé à échanger sur nos méthodes de travail, nos points forts et nos faiblesses, tout cela dans le but de former une équipe soudée et prête à travailler dans de bonnes conditions.

Ensuite, nous avons dû clarifier le cahier des charges afin de savoir quels étaient exactement les objectifs et le résultat souhaité. Pour cela, nous avons pu nous appuyer, une fois de plus, sur des modules transversaux, qui nous ont aidé à formuler et à trouver les bonnes questions à poser à nos tuteurs afin de clarifier les objectifs.

Une fois cette partie faite, nous avons pu faire un état de l'art des méthodes et des technologies qui peuvent être utiles dans la réalisation de notre projet. De ces recherches il en est alors ressorti l'idée d'utiliser le WiFi et le Bluetooth, deux technologies de communication sans fil présentent dans les bâtiments de notre campus, et de réaliser une cartographie de ces réseaux pour pouvoir localiser des utilisateurs grâce, par exemple, à leur smartphone.

Nous avons alors pu définir une architecture à déployer pour mettre en place notre système de géolocalisation, puis nous nous sommes réparti le travail. Pour ma part, j'ai principalement travaillé sur deux aspects du projet. Dans un premier temps, j'ai travaillé sur l'élaboration de ce que l'on appelle les « *footprints* », sur lesquelles reposent l'ensemble de notre système, ainsi que sur l'algorithme permettant leur comparaison. J'ai pu faire cela à la fois en autonomie, pour les tests préalables sur lesquels se base la *footprint*, et en collaboration avec les membres de l'équipe pour discuter et échanger nos avis permettant de consolider le modèle développé. Ensuite, plus en autonomie, je me suis occupé du développement du programme en *Python*, sur des cartes *Lopy-4* et *Pytrack*, permettant d'effectuer la cartographie des salles et la comparaison avec le système GNSS. Enfin, nous avons tous participé aux phases de test et à la réalisation des documents et présentations relatant notre travail.

➤ RESOLUTION DES PROBLEMES

Bien entendu lors de la réalisation d'un projet aussi conséquent et innovant nous rencontrons un certain nombre de problèmes techniques. Pour y faire face, nous avons dès le début mis l'accent sur la communication et l'entraide au sein du groupe. Ainsi, il était facile d'obtenir de l'aide, de discuter de certains points et d'arriver à trouver des solutions ensemble. Cette communication nous a également permis d'avoir constamment un œil sur l'avancée générale du projet, afin de pouvoir s'assurer du bon déroulement de chaque partie et d'avancer au même rythme, permettant ainsi de tester régulièrement notre système. Nous avons également pu compter sur l'aide de nos tuteurs qui ont su nous guider tout au long du projet.

➤ BILAN ET AUTO-EVALUATION

J'ai beaucoup apprécié cette expérience. La réalisation de ce projet était une grande source de motivation pour moi. De plus, pouvoir gérer, en équipe, le projet de bout en bout m'a beaucoup apporté quant à l'organisation et la gestion (temps, équipe, projet) que cela implique. Cela restera donc une expérience très enrichissante grâce à laquelle j'ai pu prendre part à la réalisation d'un projet dans un domaine qui m'attire grandement.

Vous pouvez retrouver l'ensemble du projet (codes sources, prototype développé, tests, etc) les documentations associées, ainsi que le travail effectué dans les modules transverses, dans le dossier *Context_Aware_IoT_System* de mon répertoire Git.

Compétences	Auto-Evaluation
Analyser un problème concret de la vie réelle.	4
Proposer une solution technique pour résoudre un problème.	4
Développer un prototype pour résoudre un problème.	4
Présenter et débattre (en anglais) des choix techniques qu'on a fait.	4
Produire un rapport (en anglais) sur le projet effectué.	4

6 – Innovation et Travail de groupe

Comme vous aurez pu le constater au travers de la description des différents modules, l'ensemble des TP et des projets ont été réalisés en groupe. Ces groupes étaient constitués de plusieurs étudiants, d'origines et de spécialités différentes.

Pour ma part, j'ai travaillé dans des groupes allant de deux à quatre personnes, suivant les projets. J'ai également eu la chance de pouvoir travailler avec des personnes différentes tout au long de ce semestre. Des personnes venant ou non de la même spécialité que moi, et parfois d'origine différente de la mienne.

Je pense que c'est une richesse que nous offre ce PTP. Pouvoir échanger nos points de vue, confronter nos idées, apprendre à travailler avec des personnes qui n'ont pas les mêmes habitudes ou le même caractère que nous, etc. Tout cela nous apprend à nous adapter dans le but de tirer le meilleur de chacun des membres du groupe pour avancer et mener à bien le projet. Ainsi, j'ai pu renforcé mes aptitudes à travailler en groupe ainsi qu'à communiquer et argumenter pour faire valoir mes idées, tout en tenant compte des avis de chacun.

Compétences Travail de groupe	Auto-Evaluation
Savoir travailler dans des groupes composés d'étudiants provenant d'orientations différentes.	4

Compétences Etre convainquant : présenter et défendre ses idées	Auto-Evaluation
Exprimer et échanger des hypothèses.	4
Suggérer une stratégie pour résoudre un problème identifié.	4
Suggérer un exemple.	4
Choisir, concevoir et /ou justifier un protocole ou un prototype expérimental.	4

D'autre part, comme le laisse entendre l'intitulé de ce PTP : « **Innovative** Smart System », l'ensemble des projets réalisés reposaient sur des concepts et des technologies novateurs. De plus, à l'instar du projet intégrateur, la plupart des sujets ne comportaient que quelques consignes générales, laissant ainsi libre cours à notre inventivité et à notre innovation pour résoudre les problèmes posés. J'ai apprécié ce mode de fonctionnement car il nous permet de réfléchir nous même aux éventuelles solutions à implémenter, puis aux améliorations que l'on peut apporter. Cette approche est bien plus stimulante que de simplement suivre des consignes et reflète le travail d'ingénieur auquel nous allons très bientôt être confronté.

Compétences Manager un projet innovant	Auto-Evaluation
Résoudre un problème de manière créative.	4
Développer la première étape de l'innovation.	4

Comprendre les notions de production, validation, distribution, acceptabilité et conséquences de l'innovation.	4
Structurer et diriger un projet novateur.	4