

D1.1 – Cahier des Charges (DoW)

Sophia Tech : « Vers un Smart Campus »

Participants :

- Cecchinel, Cyril, cecchin@polytech.unice.fr, SI 5 (CSSR)
- Di'Meco, Thomas, dimeco@polytech.unice.fr, SI 5 (AL)
- Jimenez, Matthieu, jimenez@polytech.unice.fr, SI 5 (CSSR)
- Martellotto, Laura, Imartell@polytech.unice.fr, SI 5 (AL)

Stagiaire :

- Oudot, Jean, jean.oudot.06@gmail.com, IUT (RT)

Encadrants :

- Mosser, Sébastien, mosser@i3s.unice.fr, [I3S (MODALIS)]
- Riveill, Michel, riveill@i3s.unice.fr, [I3S (RAINBOW)]

Coût du livrable : [48h/étudiant] heures

Budget total du projet : [316h/étudiant + Encadrement] heures

Résumé Exécutif

Le projet Sophia-Tech : « vers un Smart Campus » est réalisé dans le cadre de notre dernière année de cycle ingénieur en Sciences Informatiques à Polytech’Nice-Sophia. Il consiste à étudier les possibilités d’équipement du campus en capteurs et la mise en place d’une structure permettant la collecte et le traitement des données provenant de ces capteurs. Ce projet est vaste et il comporte de nombreuses dimensions qu’il nous faudra étudier les différents aspects. Pour réaliser ce projet, nous devons comprendre les besoins des utilisateurs et explorer les différentes solutions afin de pouvoir y répondre. Notre première étape consistera en la réalisation d’une étude de faisabilité, qui sera suivie ensuite de la mise en place d’un prototype afin de montrer les avantages qu’un tel projet peut apporter et de fournir une base pour un déploiement à plus grande échelle.

Abstract

The Sophia-Tech: “To a Smart campus” project is a part of our final year of Engineering Studies in Computer Sciences. Its aim is to explore possibilities to equip the Campus with various type of sensors and to deploy a framework which would allow the process of the collected data from sensors. In order to realize our goal, we have to understand the needs of our users and explore solutions that might provide answers to them. So first of all we will need to study all its dimensions and its aspects, in order to provide feasibility study as a result. This feasibility study will suggest different possible implementation, among these implementations one will be chosen to develop a prototype. This prototype would show the advantages of the chosen implementation and provide a basis to a large scale deployment.

Table des matières

1. Description du Projet.....	4
Contexte de travail.....	4
Motivations.....	4
Défis.....	5
Objectifs.....	6
Scénario(s).....	7
Critères de succès.....	8
2. Etat de l'art	9
Description Générale.....	9
Réseaux de capteurs.....	9
Open Data.....	10
Capteurs.....	11
Stockage des données.....	11
Interfaces d'accès aux données.....	12
3. Méthodologie et Planification	13
Stratégie Générale.....	13
Découpage en lots.....	13
Planification.....	14
Livrables associés au projet.....	15
Jalons.....	15
Pilotage et suivi.....	15
4. Description de la mise en œuvre du projet.....	16
Interdépendances des lots et tâches.....	16
Description des lots.....	17
Résumé de l'effort.....	26
Gestion du risque.....	28
5. Participants.....	29
Cyril Cecchinel (SI - CSSR).....	29
Thomas Di'Meco (SI - AL).....	29
Matthieu Jimenez (SI - CSSR).....	29
Laura Martellotto (SI - AL).....	29
Jean Oudot (IUT).....	30
Sébastien Mosser (I3S - MODALIS).....	30
Michel Riveill (I3S - RAINBOW).....	30
6. Bibliographie & Références	31

1. Description du Projet

Contexte de travail

Dans le cadre de notre dernière année de cycle ingénieur en Sciences Informatiques à l'école Polytech'Nice-Sophia, nous allons réaliser un *Projet de Fin d'Études* (PFE) qui a pour but de nous familiariser avec les techniques de gestion de projet et de travail d'ingénierie. En effet, il s'agit du premier projet réparti sur l'ensemble de l'année et nécessitant 316h de travail par étudiant. Nos encadrants jouent le rôle de clients auprès de qui il faudra faire valider nos choix de réalisation.

Le projet "Sophia Tech : Vers un Smart Campus", initié par M. Sébastien Mosser et M. Michel Riveill, est un projet multiparcours. Étant de formation *Architecture Logicielle* (AL) et *Cryptographie Sécurité Système et Réseaux* (CSSR), ce PFE va permettre d'exploiter les domaines de compétences de chacun et d'offrir une première occasion de piloter un projet transverse.

Les projets "Smart" visent à rendre intelligents des bâtiments et des réseaux de distribution d'énergie afin d'améliorer leur consommation énergétique. Cependant, notre but ne concerne pas l'économie d'énergie, mais la mise à disposition de nouvelles informations sur le campus.

Le campus Sophia Tech, ouvert en septembre 2012, est utilisé à ce jour par environ 2000 étudiants dont le nombre ne cesse de s'accroître. Parallèlement à ces étudiants, le campus est utilisé par des chercheurs, des enseignants et des personnes de l'administration. Les utilisateurs potentiels de ces informations sont donc nombreux et leurs besoins variés.

Afin d'obtenir le maximum d'informations, plusieurs capteurs devront être déployés. Ces capteurs permettront de mesurer différentes grandeurs physiques et pratiques (température, places de parking, temps d'attente au restaurant universitaire) afin de constituer une base de données exploitable par l'ensemble des usagers de Sophia Tech.

Motivations

Faciliter la vie de tous les utilisateurs du campus est l'idée principale qui a permis à ce PFE de voir le jour. Par ces termes, nous entendons le fait de mettre à disposition des informations nouvelles pouvant renseigner, voir aider les usagers sur un environnement qui leur est quotidien. On peut ainsi imaginer des situations où, via des applications, les usagers seraient guidés vers la place de parking disponible la plus proche. Une autre idée encore, les usagers auraient accès en temps réel au temps d'attente du restaurant universitaire. Et ce ne sont que des exemples parmi tant d'autres. Ce projet, en plus du côté innovant, offrirait une visibilité supplémentaire au Campus Sophia Tech en lui permettant d'exposer une vitrine technologique.

Ces nouveaux services offerts aux usagers du campus pourront être divers et variés. C'est pourquoi il est essentiel de mettre en avant les deux facettes du projet qui assureront cette pluralité dans les services.

D'une part, les sources de données ne doivent pas être limitées, autrement dit nous désirons offrir aux administrateurs de la future plate-forme la possibilité d'ajouter et configurer de nouveaux systèmes capables de collecter des données. Si demain, le personnel du campus identifie un nouveau besoin tel que, par exemple, connaître la température dans les salles, il faut qu'il soit possible d'ajouter/connecter un nouveau système répondant à ce besoin.

D'autre part, les informations collectées seront "à l'état brut" et peuvent être à l'origine de plusieurs services variées. Si nous reprenons l'exemple précédent, connaître la température dans les salles peut servir à plusieurs choses et offrir ainsi plusieurs services différents : un étudiant pourrait connaître à l'avance la température dans sa salle de cours depuis son mobile afin de s'habiller en conséquence, un ingénieur en bâtiment pourrait d'un simple clic sur un site web, établir la carte des températures d'un bâtiment afin de réguler le chauffage si besoin est.

C'est véritablement dans ce sens que nous souhaitons que ce PFE évolue : offrir un système capable d'évoluer en fonction des besoins des usagers.

Défis

Défi global : Mettre à disposition des usagers du campus Sophia Tech un ensemble d'informations utiles afin de les aider dans leur vie sur le campus

Ces usagers sont potentiellement les étudiants, les enseignants, les chercheurs et l'administration du campus.

Ce défi global se décompose en quatre sous défis :

- **Défi 1 : Collecter et traiter des informations pertinentes**

Afin que notre plate-forme soit le plus possible en adéquation avec les besoins de ses futurs utilisateurs, il est important de déterminer quelles données et informations sont pertinentes à relever et traiter.

- **Défi 2 : Mettre en place un réseau de capteurs fiable et sécurisé**

Afin de récupérer de nouvelles informations susceptibles d'être traitées et d'apporter de la valeur ajoutée, il est indispensable de mettre en place un réseau de capteurs capable d'enregistrer de nouvelles données.

Ces données devront être fiables (le plus conforme possible à la réalité) et les capteurs devront être un maximum disponibles (fonctionnels dans le temps).

De plus, dans ce réseau, seuls des capteurs autorisés devront être connectés (un individu mal intentionné ne devra pas pouvoir connecter son capteur non autorisé).

- **Défi 3 : Rendre possible l'exploitation de ces informations**

Après collecte et traitement, ces informations doivent être consultables par les usagers. Les données collectées "à l'état brut" peuvent servir à renseigner les usagers sur différents points. Il doit donc être possible d'exploiter ces données de différentes manières, selon les besoins des usagers.

- **Défi 4 : Proposer une solution supportant le passage à l'échelle**

La solution ne doit pas être limitée à certaines informations. À terme, il devra être possible de mettre en place de nouveaux dispositifs (de nouveaux capteurs) qui récolteront et traiteront leurs propres informations. La solution doit donc tenir compte de cette évolution future.

De plus, le nombre de personnes présentes sur le campus évolue d'année en année, de ce fait le nombre potentiel d'utilisateurs de notre solution n'est pas fixe. Il faut donc que notre solution soit capable de supporter un nombre d'utilisateurs variant et potentiellement croissant.

Objectifs

Objectif global : Proposer un système permettant de collecter des données depuis des capteurs, de les stocker et de les rendre exploitables.

- **Objectif 1 : Déterminer les données intéressantes à collecter**

De multiples données sont disponibles sur le campus et bien d'autres pourront l'être grâce à notre système de capteurs. Il est donc nécessaire de déterminer lesquelles sont intéressantes et souhaitées par les usagers, afin de prévoir la mise en place de capteurs adaptés.

- **Objectif 2 : Réaliser une étude de faisabilité du projet**

Afin de vérifier que le projet est viable, nous devons effectuer des recherches, des tests et faire des choix parmi des solutions disponibles. Une étude de faisabilité complète nous permettra de sélectionner la solution qui sera la plus adaptée à nos besoins, tout en tenant compte des contraintes.

- **Objectif 3 : Proposer un moyen simple d'accéder aux données collectées afin de pouvoir construire des services par-dessus les exploitant**

Il doit être possible d'implémenter des services pour exploiter les données "à l'état brut". Notre système doit donc fournir un moyen simple aux usagers admissibles (exemples : professeurs, étudiants dans le cadre d'un TP, etc) de récupérer ces données afin de les traiter et de réaliser leurs propres services, à travers une API par exemple.

- **Objectif 4 : Proposer un moyen simple d'ajouter, de supprimer et de configurer des capteurs**

Notre réseau de capteurs doit pouvoir être modifié par les individus autorisés. Ces modifications devront être facilitées pour des individus qui ne sont pas forcément à l'aise avec ces dispositifs.

- **Objectif 5 : Prévoir un mécanisme d'accès sécurisé pour certaines données recueillies**

Certaines données des capteurs sont sensibles, comme la présence dans les salles du campus. Il est nécessaire de protéger leur accès et on doit donc mettre en place un système d'authentification pour que seules les personnes autorisées puissent y accéder.

- **Objectif 6 : Mettre en place prototype**

Notre objectif n'est pas d'installer un réseau de capteurs à grande échelle, mais de fournir un prototype permettant de valider nos choix (architecturaux et technologiques). Celui-ci doit permettre de présenter le projet à une plus petite échelle et de valider son fonctionnement.

Scénario(s)

Le sujet et ses possibilités d'exploitation étant vastes nous avons choisi de nous concentrer sur 3 propositions où la mise en place de capteurs paraît intéressante ainsi que les scénarios y correspondant. Ce sont des scénarios d'utilisation de notre middleware.

Contexte global :

Notre plate-forme est en mesure d'accueillir des nouveaux capteurs, de collecter leurs informations et de les retransmettre à des développeurs souhaitant créer des services par dessus.

Proposition 1 : Les Parkings

Contexte :

Un nouveau besoin a été identifié, des usagers du campus ont proposé l'idée de pouvoir connaître le nombre de places disponibles sur le parking.

Scénario :

Un administrateur (individu autorisé) du réseau de capteurs va installer des capteurs de présence sur le parking, puis il les enregistre ensuite depuis notre API de capteurs. Ainsi, les nouvelles données collectées seront stockées et pourront être exploitées. Suite à cela, un usager pourra créer un service proposant aux utilisateurs de consulter le nombre de places restantes sur le parking.

De ce fait, un élève se rendant en cours le matin avec sa voiture souhaite savoir avant de s'y engager s'il reste des places libres dans le parking. S'il n'en reste pas, il est plus intéressant pour lui d'aller directement vers un autre parking. Il accède donc à une application web de son choix (site web, application smartphone, ...) relié à notre plate-forme rapidement et peut visualiser le nombre de places restantes dans le parking.

Un peu plus tard, un groupe d'étude souhaite connaître l'occupation moyenne du parking au cours de la journée afin de savoir s'il est intéressant d'activer les barrières. Pour ce faire, ce groupe se connecte à la plate-forme et y récupère les informations sur l'occupation des parkings au cours des derniers mois et peut réaliser des calculs à l'aide de ces données.

Proposition 2 : Le Restaurant Universitaire

Contexte :

Des capteurs ont été installés dans le Restaurant Universitaire afin de mesurer la file d'attente.

Scénario :

Un étudiant se propose de créer un site web, afin d'informer les usagers du campus sur la durée d'attente estimée au restaurant universitaire. Il utilise l'API de services pour récupérer les données collectées des capteurs de présence déjà installés.

Le midi, les étudiants qui ont peu de temps pour manger souhaitent voir si le restaurant Universitaire est saturé. Ils consultent alors ce site web connecté à notre plate-forme où ils peuvent voir l'occupation actuelle des points clés du restaurant.

Un groupe de travail sur la réorganisation du Restaurant Universitaire souhaite prévoir à l'avance l'afflux d'utilisateurs afin d'affecter le personnel nécessaire pour le gérer. Il se connecte alors sur la plate-forme afin de voir les derniers pics d'attentes sur les derniers mois afin de déterminer le nombre d'agents à répartir au sein des différents stands.

Proposition 3 : Les salles de cours

Contexte :

Des capteurs de température et de présence sont déjà présents dans les salles de cours. Un service permettant de récupérer la température par salle est déjà existant.

Scénario :

Le responsable du bâtiment souhaite établir une carte de chaleur du campus. Les capteurs de température sont déjà placés, il a simplement besoin de créer un service qui va utiliser les données existantes pour créer une carte du bâtiment.

Il peut créer ce service de la manière qu'il souhaite, tant qu'il est en mesure de communiquer avec notre API de services pour récupérer les données des capteurs. Il peut ensuite l'enregistrer dans le registre des services pour le rendre plus facilement accessible aux utilisateurs.

Critères de succès

- **Critère 1 :** Réalisation d'une étude qui détermine les données intéressantes à mettre à disposition des utilisateurs ainsi que le nombre d'utilisateurs susceptibles d'utiliser le système.
- **Critère 2 :** Réalisation d'une étude de faisabilité du projet en étudiant les solutions existantes, en élaborant des scénarios d'utilisation et en déterminant les coûts des différentes solutions.
- **Critère 3 :** Livrable d'une API de services permettant de récupérer les données brutes des capteurs.
- **Critère 4 :** Livrable d'une API de services permettant d'ajouter, de modifier et de supprimer des capteurs dans le système.
- **Critère 5 :** Sécurisation des différentes API pour authentifier les utilisateurs qui veulent récupérer des données sensibles ou modifier le réseau de capteurs.
- **Critère 6 :** Livrable d'un prototype répondant à un scénario précis permettant de valider le fonctionnement du système. Il doit mettre en avant la possibilité de déploiement à plus grande échelle.

2. Etat de l'art

Dans cette partie, nous allons nous attacher à présenter les solutions déjà existantes en rapport avec notre projet. Cela va nous permettre de lui donner une première orientation.

Description Générale

Avant toute chose, il faut définir les points clés du sujet. Ainsi dans un premier temps, nous allons présenter ce que l'on entend ici par Smart Campus et par extension Smart Building, la définition choisie diffère en effet de ce que l'on peut trouver sur internet. Dans un second temps, nous présenterons ce qu'est un réseau de capteurs et l'Internet of Thing. Nous aborderons l'open Data et à quelles exigences doit répondre une plateforme pour être "Open Data". Enfin nous énumérerons les différentes techniques usuelles pour stocker de gros volumes de données ainsi que pour permettre leur accès aux utilisateurs extérieurs.

Nous allons donc aborder les points suivants :

- Smart Campus et Smart Building ;
- Réseaux de capteurs ;
- Open Data ;
- Capteurs ;
- Stockage de données ;
- Interfaces d'accès aux données.

Smart Campus et Smart Building

La tendance de ces dernières années est au "Smart Building", mais la notion d'un smart Building reste encore assez vague et il en existe beaucoup de définitions. Une définition globale pourrait être : automatisation mise en place afin que la gestion et l'exploitation du bâtiment soient plus efficaces. Cette automatisation peut prendre plusieurs formes de même que le but final recherché. On associe souvent les Smart Buildings à des bâtiments autonomes énergétiquement et régulant leur consommation eux-mêmes. Ainsi les projets de Smart Campus déjà existants en France comme celui de Versailles s'inquiète essentiellement de cet aspect énergétique. Or ce n'est pas ici ce que nous recherchons. Dans le cadre de notre projet, le sens qui nous intéresse est le fait de rendre le Campus "Smart" en le connectant et en proposant à ses utilisateurs des informations sur son utilisation actuelle, les conditions qui y règnent...

Mais pour proposer ce type de service, il faut à l'instar des Smart Building mettre en place un réseau de capteurs permettant de remonter les informations désirées afin de pouvoir les traiter.

Réseaux de capteurs

Les réseaux de capteurs sont aujourd'hui présents dans de nombreux domaines. Préalablement à la définition du réseau de capteurs, concentrons-nous sur ce qu'est réellement un capteur. Un capteur se définit comme étant un dispositif permettant la transformation de l'état d'une grandeur physique observable (vent, température, luminosité ...) en une grandeur utilisable telle qu'une tension électrique. Un capteur seul

est utilisé pour des applications locales ne nécessitant pas de communications à grande échelle. Pour pouvoir obtenir des informations sur une zone géographique plus étendue, un réseau de capteurs est nécessaire. Le réseau de capteurs est constitué d'un ensemble de capteurs autonomes reliés entre eux par une liaison filaire ou radio. Ils coopèrent pour acquérir et transmettre des mesures. Ils sont aujourd'hui utilisés dans de nombreux domaines comme l'aéronautique, l'automobile. Sur un avion, un réseau de capteurs est réparti sur l'ensemble de la structure, en particulier dans les zones difficilement accessibles sans immobiliser ou démonter l'avion, afin d'automatiser les inspections et connaître en temps réel l'état de l'avion. Ces réseaux de capteurs sont la base de ce qui est couramment appelé aujourd'hui "Internet of Things".

Internet of Things ou "Internet des Objets" est la prolongation de l'Internet connu à ce jour à des Objets ou Lieux. Concrètement, il s'agit d'un réseau d'objets intelligents capables de :

- rendre des services ou des fonctionnalités à des utilisateurs
- intégrer des sources extérieures d'informations ou de données
- interagir avec des éléments de son environnement

Afin de pouvoir stocker les données recueillies par ces capteurs, il convient de pouvoir les stocker afin qu'elles soient traitées. Toutes ces données recueillies peuvent être par exemple présentées sous la forme d'une plate-forme Open Data.

Open Data

L'open Data ou donnée ouverte en français, est une tendance récente suivant une philosophie d'accès à l'information pour tous. Une donnée ouverte est une donnée numérique pouvant provenir d'une entité d'origine publique ou privée. Cette donnée doit être structurée selon une méthodologie particulière et doit être libre d'accès et réutilisable sans restriction d'une quelconque nature.

En 2010, la Sunlight Foundation a établi une liste de 10 critères caractérisant une donnée ouverte. Pour qu'une donnée soit ouverte elle doit être:

- | | | |
|---------------------|--------------------|------------------------|
| 1) Complète | 2) Primaire | 3) Opportuniste |
| 4) Accessible | 5) Exploitable | 6) Non Discriminatoire |
| 7) Non-Propriétaire | 8) Libre de droits | 9) Permanente |
| | 10) Gratuite | |

D'autres critères peuvent servir à évaluer des données ouvertes, mais ceux précédemment cités permettent de mieux appréhender ce qui est attendu de celles-ci. Par ailleurs, une autre particularité à prendre en compte, lors de la création d'une plate-forme open data est la représentation des données. Afin de permettre le traitement de celles-ci, il convient d'adopter un format standard. Des pistes concernant ce format standard peuvent être trouvées dans les articles sur le "Web des données" ou "Web sémantique".

Toutefois, certaines données que l'on va recueillir à l'aide des capteurs peuvent être sensibles, comme celles données par les capteurs de présence et une plate-forme Open Data pure pourraient ne pas être adaptée. L'idée est donc ici de proposer une plate-forme d'accès aux données dont l'utilisation est restreinte aux personnes autorisées.

Une fois ces points clés du projet définis, nous allons désormais nous pencher sur l'état de l'art à proprement parler. Pour ce faire, nous allons remonter le processus amenant à la création d'une donnée, en commençant par les capteurs, puis les solutions pour les connecter et traiter les données, pour ensuite aborder le réseau de capteurs, avant de traiter du stockage des données et pour finir l'accès à celles-ci.

Capteurs

Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Ils peuvent être classés selon différents critères, tels que : principe de fonctionnement, type de sortie, grandeur physique mesurée, etc. De ce fait, nous pouvons distinguer les capteurs dits "passifs" (ils captent un rayonnement dont ils ne sont pas la source) de ceux dits "actifs" (ils ont leur propre système d'éclairage). De même, il est possible de distinguer les capteurs analogiques (ils renvoient une tension électrique) et les capteurs numériques (ils renvoient des données numériques).

Quant au recensement des capteurs par grandeur physique mesurée, nous distinguons :

- *Capteurs de température* ;
- *Capteurs de position* : capteur de présence, détecteur de mouvement ;
- *Capteurs de force* ;
- *Capteurs de pression* : baromètre, hypsomètre ;
- *Capteurs de son* : microphone ;
- ...

Parmi ces capteurs, il est important également de s'intéresser à leur autonomie. Certains sont entièrement autonomes, autrement dit : ils possèdent leur propre source d'énergie (piles, batteries, panneau solaire) et leur propre moyen de communication (module radio). D'autres ont besoin d'être connectés comme périphérique, à par exemple un micro-ordinateur Raspberry Pi ou à l'Arduino qui sont très répandus sur ce marché.

Stockage des données

Pour stocker les données en provenance de capteurs, il existe plusieurs manières, notamment :

- **Sur un système de fichier centralisé** (fichier) : il s'agit d'écrire dans des fichiers sur le disque, au format que l'on souhaite. C'est la forme la plus triviale de stockage ;
- **Sur un système de fichier décentralisé** (Réseau pair-à-pair) : il s'agit de répartir les données sur plusieurs machines à l'aide d'un réseau pair-à-pair. Cela permet d'améliorer les temps d'accès et d'éviter d'engorger un serveur principal qui contient toutes les données ;

- **Sur un système de fichier distribué** (NFS, MooseFS, Services de type Dropbox...) : il s'agit de répliquer les données sur plusieurs machines pour avoir plusieurs points d'accès. Il est en général plus coûteux financièrement et au niveau des débits réseau ;
- **Dans une base de données relationnelle centralisée** (MySQL, PostgreSQL...) : il s'agit de stocker les données sur un seul serveur, dans une base de données, pour ainsi mieux les organiser ;
- **Dans une base de données NoSQL décentralisée** (Cassandra, MongoDB...) : il s'agit de stocker les données dans une base de données, cependant il est possible de répartir ces données sur plusieurs serveurs pour améliorer les temps d'accès et éviter la centralisation des données ;
- **Sur un service externe** (Amazon S3...) : il s'agit d'utiliser un service externe pour stocker les données. Il n'est donc plus nécessaire de le prévoir dans l'architecture, cependant il faut payer un abonnement pour y bénéficier.

Interfaces d'accès aux données

Pour accéder aux données brutes des capteurs, il est d'usage de faire une API de services. Il existe divers moyens de mettre à disposition une telle interface, par exemple:

- **Services EJB** : Java EE permet de réaliser des services à l'aide de la technologie des EJB, qui sont des composants serveurs Java s'exécutant sur un serveur ;
- **Services .NET** : De la même manière, .NET permet de créer des services accessibles à distance. Il existe également l'implémentation Mono de .NET qui est libre, gratuite, et multi plates-formes ;
- **SOAP** : Plus bas niveau, SOAP est un protocole RPC qui permet d'envoyer des messages entre objets distants ;
- **REST** : Style d'architecture permettant de manipuler des ressources distantes, en général sur HTTP.

Ces technologies permettent la communication client-serveur. En plus de cela, il existe plusieurs modes de communication qui peuvent convenir à certains services :

- **Méthode Pull** : le dialogue est lancé par le client. Ce dernier désire recevoir une information, il en fait la requête auprès du serveur. C'est la méthode la plus basique ;
- **Méthode Push** : le dialogue est lancé par le serveur. Le client qui désire recevoir des informations doit "s'abonner" au serveur. Ce dernier enverra les données à tous ses clients abonnés ;
- **Streaming** : le client envoie une requête vers le serveur pour récupérer une partie, à un endroit voulu. La réponse (flux vidéo ou audio) est placée dans une mémoire tampon, jusqu'à ce qu'il y ait suffisamment de données pour débiter la lecture côté client. Le téléchargement se poursuit en arrière-plan.

3. Méthodologie et Planification

Stratégie Générale

Nous avons choisi de travailler de manière itérative. Après avoir recueilli les besoins utilisateurs et effectué une étude de faisabilité, chaque lot du projet permettra d'améliorer un prototype qui sera construit pour illustrer nos résultats. Nous chercherons les moyens les plus adaptés à mettre en œuvre et nous les détaillerons au sein de rapports intermédiaires. Chaque itération du prototype sera soumise à des tests afin de valider nos résultats. De plus, afin d'obtenir une certaine agilité sur notre projet, nous fixerons des points réguliers avec nos encadrants jouant le rôle de clients.

Découpage en lots

Tableau 1 - Liste des Lots

#	Titre du lot	Type	Leader	Budget	Début	Fin
L1	Gestion de projet	MGMT	Cyril	341	S1	S17
L2	Analyse technologique	RECH	Thomas	322	S3	S14
L3	Volet capteurs	IMPL	Laura	325	S7	S17
L4	Volet réseau	IMPL	Matthieu	316	S8	S17
L5	Démonstrations	DEMO	Laura	66	S7	S17
Total :				[316h/étudiant]h		

Planification

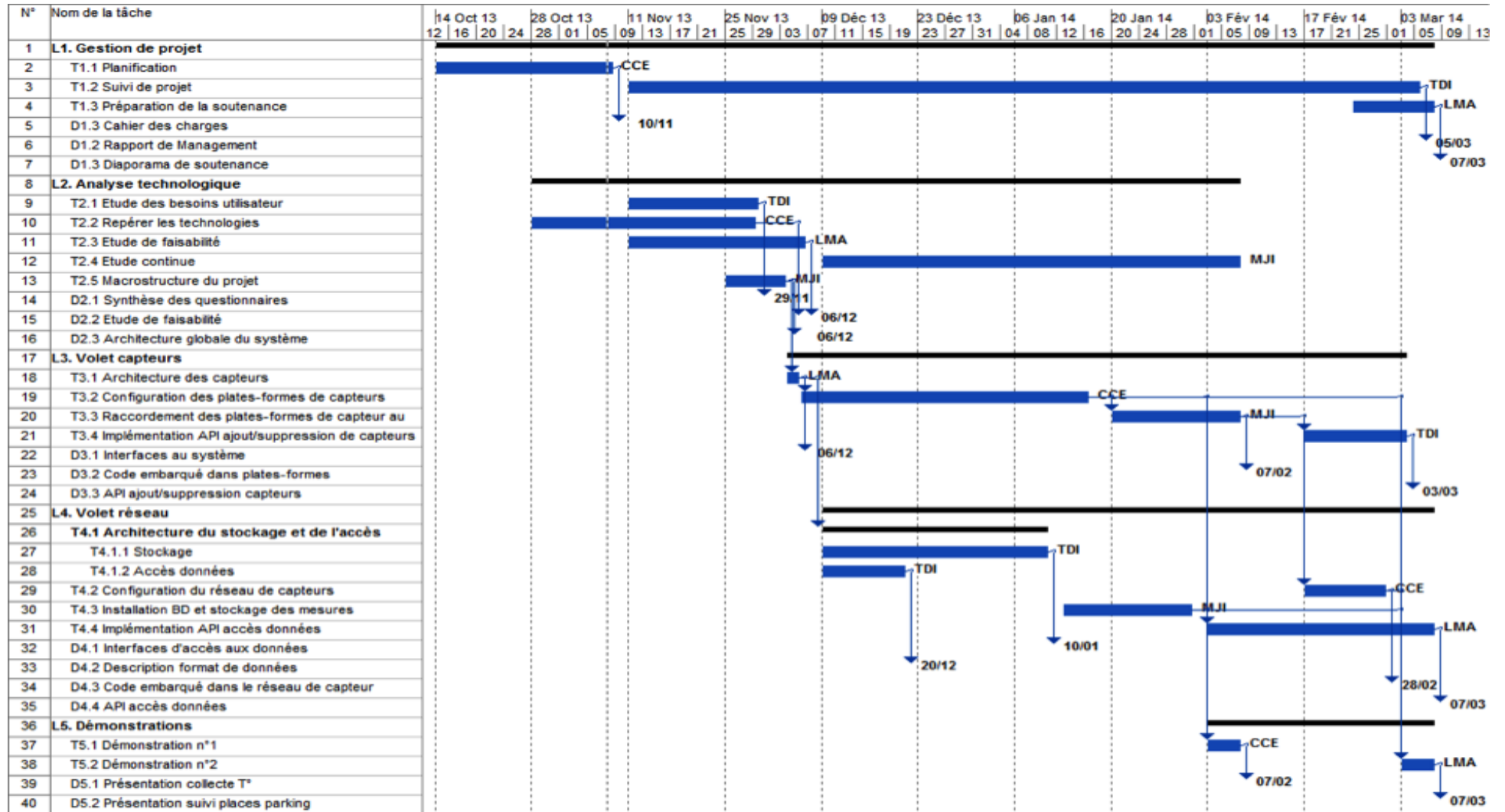


Figure 1 - Diagramme de Gant

Livrables associés au projet

Tableau 2 - Liste des livrables

#	Titre du livrable	Lot	Nature	Date
D1.1	Cahier des charges (DOW)	1	DOC	S4
D1.2	Rapport de Management (MGMT)	1	DOC	S17
D1.3	Diaporama de présentation finale	1	DOC	S17
D2.1	Synthèse des questionnaires	2	DOC	S6
D2.2	Etude de faisabilité	2	DOC	S7
D2.3	Architecture globale du système	2	DOC	S7
D3.1	Interfaces du système de capteurs	3	DOC	S7
D3.2	Code embarqué dans les plates-formes de capteurs	3	IMPL	S14
D3.3	Interface d'ajout/suppression de capteurs	3	IMPL	S17
D4.1	Interface d'accès aux données	4	DOC	S10
D4.2	Description du format de données	4	DOC	S9
D4.3	Code embarqué dans le réseau de capteurs	4	IMPL	S17
D4.4	Interface d'accès aux données	4	IMPL	S16
D5.1	Présentation du service de collecte de température	5	DEMO	S14
D5.2	Présentation du service de suivi des places de stationnement	5	DEMO	S17

Jalons

Il s'agit ici des jalons les plus importants qui vont déterminer de la suite du projet.

Tableau 3 - Liste des jalons

#	Titre du jalon	Lot(s)	Date	Vérification
J1	Fin de la phase de planification initiale du projet	1	S4	D1.1 livré.
J2	Rendu de l'étude de faisabilité	2	S7	D2.1, D2.2, D2.3 livrés
J3	1 ^{ère} démonstration	3, 4, 5	S14	D5.1 livré
J4	2 ^{ème} démonstration	3, 4, 5	S17	D5.2 livré
J5	Soutenance	1	S17	D1.3

Pilotage et suivi

Afin de mener à bien ce projet, il a été choisi d'effectuer une fois par semaine une réunion avec nos encadrants afin de discuter des avancées du projet. Cette approche AGILE nous permettra d'avancer plus efficacement en faisant un point plus souvent avec nos "clients". À cela s'ajouteront des concertations au sein de l'équipe à raison de deux fois par semaine afin de déterminer les objectifs du sprint en cours et de prendre connaissance des difficultés rencontrées par les membres de l'équipe.

4. Description de la mise en œuvre du projet

Interdépendances des lots et tâches

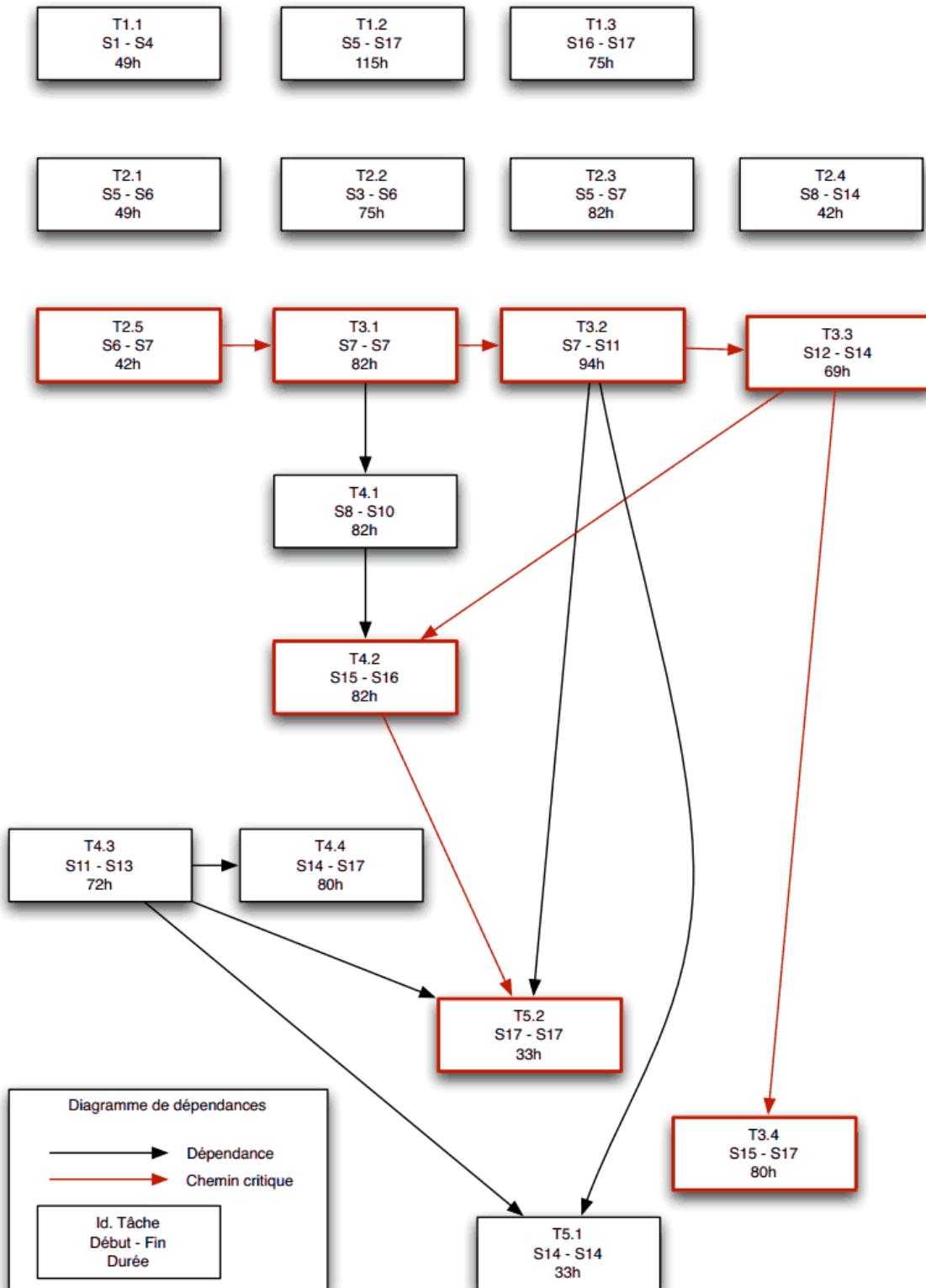


Figure 2 - Interdépendances entre lots et tâches

Description des lots

Identifiant	L1	Date de démarrage				S1	
Titre	Gestion de projet						
Type	MGMT						
Participant	Thomas	Cyril	Laura	Matthieu	Jean	Sébastien	Michel
Effort	72	84	72	84	4	16	9

Objectifs du lot

Ce lot a pour objectif de définir la planification du projet et de veiller à son suivi. Grâce à celui-ci, nous pourrions détecter les différentes alertes du projet afin de sécuriser nos échéances.

Description du lot

Tâche 1.1 : Planification (Cyril, S1 – S4, 151h)

Cette tâche consiste à élaborer le planning du projet avec sa division en lots et tâches. Elle permettra, de plus, de définir le coût de chaque tâche ainsi que les différents responsables. Cette tâche conduit à la réalisation du cahier des charges (D1.1).

Tâche 1.2 : Suivi de projet (Thomas, S5 – S17, 115h)

Il consiste ici à suivre l'évolution du projet par rapport à la planification initiale. Les écarts seront consignés et rapportés au sein du rapport de management (D1.2)

Tâche 1.3 : Préparation de la soutenance (Laura, S16 – S17, 75h)

Cette tâche a pour rôle de préparer la soutenance de présentation de projet. De plus, elle nous permettra d'analyser ce qui a été fait/non fait et les perspectives d'évolution possible. Le diaporama de soutenance (D1.3) sera produit à la fin de cette tâche.

Livrables

Livrable D1.1 : Cahier des charges (DoW) (Cyril, DOC, 10/11)

Ce présent document qui contient la présentation du sujet, l'analyse des solutions existantes et la planification du projet.

Livrable D1.2 : Rapport de management (Thomas, DOC, 05/03)

Ce rapport permet de faire la synthèse du projet concernant les résultats, l'implication des ressources et le suivi budgétaire. Il consignera les écarts entre la planification effectuée dans le cahier des charges (D1.1) et la planification effective.

Livrable D1.3 : Diaporama de soutenance (Laura, DOC, 07/03)

Il s'agit du diaporama qui sera présenté lors de la soutenance finale. Il présentera le sujet et notre solution développée tout au long de ce PFE. Nous y inclurons également une prise de recul et des perspectives d'améliorations.

Identifiant	L2			Date de démarrage	S3		
Titre	Analyse technologique						
Type	RECH						
Participant	Thomas	Cyril	Laura	Matthieu	Jean	Sébastien	Michel
Effort	84	69	81	70	15	2	1

Objectifs du lot

Ce lot a pour but de fixer les limites du projet par rapport aux attentes des utilisateurs finaux. Nous identifierons également les technologies répondant à leur besoin qu'il faudra utiliser pour réaliser nos différents prototypes.

Description du lot

Tâche 2.1 : Étude des besoins utilisateur (Thomas, S5 - S6, 49h)

Cette tâche consistera à rencontrer les différents utilisateurs du campus afin de leur expliquer notre sujet et de recueillir leurs besoins. Ils seront démarchés activement par des rendez-vous fixés avec l'ensemble de l'équipe et passivement par des questionnaires. Une synthèse des questionnaires sera établie à la fin de cette tâche (D2.1)

Tâche 2.2 : Repérer les technologies (Cyril, S3 - S6, 75h)

Conformément aux attentes des utilisateurs, nous identifierons les technologies qui répondent à leur besoin. Nous attacherons une importance toute particulière à leur facilité d'intégration et d'exploitation. Les technologies qui en résulteront seront celles utilisées par les prototypes. Cette tâche participera à la réalisation de l'étude de faisabilité (D2.2)

Tâche 2.3 : Etude de faisabilité (Laura, S5 - S7, 82h)

Cette étude fera la synthèse des besoins utilisateurs et des technologies identifiées. Nous prendrons également en compte le coût budgétaire pour un déploiement à grande échelle. Un document comportant cette synthèse sera produit à la fin de cette tâche (D2.2).

Tâche 2.4 : Etude continue (Matthieu, S8 - S14, 42h)

Durant chaque lot d'implémentation, nous identifierons les technologies les plus adaptées afin de nous guider dans nos choix de fonctionnalités.

Tâche 2.5 : Macrostructure du projet (Matthieu, S6 - S7, 74h)

Cette tâche correspond à définir l'architecture macroscopique réseau et capteurs du projet. Elle permettra de définir un document d'architecture présentant les différents éléments qui vont devoir interagir dans notre solution. (D2.3)

Livrables

Livrable D2.1 : Synthèse des questionnaires (Thomas, DOC, 29/11)

Ce document contiendra une synthèse des questionnaires distribués aux utilisateurs du campus.

Livrable D2.2 : Etude de faisabilité (Laura, DOC, 06/12)

L'étude de faisabilité permettra de faire l'inventaire des choix technologiques qui seront appliqués sur les prototypes à venir. De plus, il contiendra une analyse budgétaire détaillée afin de déployer notre solution à l'échelle du Campus.

Livrable D2.3 : Architecture globale du système (Matthieu, DOC, 06/12)

Ce document est une représentation schématique de notre solution. Nous y détaillerons les différentes populations d'utilisateurs et leurs méthodes pour interagir avec notre système de capteurs.

Identifiant	L3			Date de démarrage	S7		
Titre	Volet capteurs						
Type	IMPL						
Participant	Thomas	Cyril	Laura	Matthieu	Jean	Sébastien	Michel
Effort	63	88	113	38	20	3	0

Objectifs du lot

Ce lot permettra d'établir une solution afin de raccorder différents capteurs et d'obtenir leurs mesures. Nous nous concentrerons sur les points suivants :

- Logiciel embarqué aux plates-formes de capteurs
- Raccordement des plates-formes au réseau de capteur
- Ajout/Suppression de capteurs dans le réseau de capteur

Description du lot

Tâche 3.1 : Architecture des capteurs (Laura, S7, 82h)

Cette tâche a pour but de modéliser le réseau de capteurs qui sera déployé sur l'ensemble du campus. Nous nous intéresserons aux plateformes supportant les capteurs et aux procédés d'ajouts/suppression de capteurs. (D3.1)

Tâche 3.2 : Configuration des plates-formes de capteurs (Cyril, S7 – S11, 94h)

Cette tâche a pour but de développer le système qui sera embarqué au sein des plates-formes de capteurs. Ce système devra permettre de récupérer les mesures physiques en provenance des capteurs. (D3.2)

Tâche 3.3 : Raccordement des plates-formes de capteurs au réseau global (Matthieu, S12 – S14, 69h)

Nous nous concentrerons ici sur le raccordement et à l'échange des données collectées conformément au format de données qui aura été établi dans le livrable D3.3. De plus, nous y intégrerons des mécanismes d'intégrité afin de garantir la non-altération des données sur le réseau. (D3.2)

Tâche 3.4 : Implémentation de l'interface d'ajout/suppression de capteurs (Thomas, S15 – S17, 80h)

Cette tâche a pour rôle d'implémenter l'interface d'ajout/suppression de capteurs telle qu'elle a été définie dans la phase de conception et spécifiée dans le livrable D3.2 (Interfaces au système de capteur). Cette interface doit implémenter un mécanisme d'authentification afin que seules les personnes autorisées puissent gérer les capteurs. (D3.3)

Livrables

Livrable D3.1 : Interfaces au système de capteur (Laura, DOC, 20/12)

Ce livrable correspond à la documentation de l'interface d'ajout/suppression de capteurs.

Livrable D3.2 : Code embarqué dans les plates-formes de capteurs (Laura, IMPL, 07/03)

Ce livrable correspond au code qui est embarqué dans les plates-formes de capteur.

Livrable D3.3 : Interface d'ajout/suppression de capteurs (Thomas, IMPL, 03/03)

Ce livrable correspond à l'API qui sera mis à disposition du personnel souhaitant ajouter ou supprimer des capteurs du réseau.

Identifiant	L4			Date de démarrage	S8		
Titre	Volet réseau						
Type	IMPL						
Participant	Thomas	Cyril	Laura	Matthieu	Jean	Sébastien	Michel
Effort	85	63	38	112	15	3	0

Objectifs du lot

Ce lot doit permettre la mise en réseau des plates-formes de capteurs. Nous nous concentrons sur les aspects suivants :

- Mise en réseau des plates-formes de capteurs
- Installation de la base de données et stockage des mesures
- Accès aux mesures collectées

Description du lot

Tâche 4.1 : Architecture du stockage et de l'accès aux données (Thomas, S8 – S10, 82 h)

Nous établirons ici la façon dont les données issues de capteurs sont stockées. Cette tâche prend en compte aussi bien le format de données, que le mode de stockage. De plus, nous devons déterminer comment les utilisateurs de la solution auront accès aux données. Elle consistera en la définition d'une interface pour les utilisateurs.(D4.1 et D4.2)

Tâche 4.2 : Configuration du réseau de capteurs (Cyril, S15 – S16, 82h)

Cette tâche a pour but d'implémenter le réseau de capteurs qui permettra le transfert des mesures collectées. Ce système devra permettre aux plates-formes de capteurs (implémentant déjà la couche réseau par la tâche 4.2) d'envoyer des données à destination de la base de données. (D4.3)

Tâche 4.3 : Installation de la base de données et stockage des mesures (Matthieu, S11 – S13, 72h)

Nous nous concentrons ici sur l'implémentation de la base de données qui permettra de collecter les différentes mesures en provenance de plusieurs plateformes. L'implémentation s'appuiera sur l'architecture qui aura été définie par le livrable D3.1. (D4.4)

Tâche 4.4 : Implémentation de l'interface d'accès aux données (Laura, S14 – S17, 80h)

Cette tâche a pour rôle d'implémenter l'interface d'accès aux données telle qu'elle a été définie dans la phase de conception et spécifiée dans le livrable D3.2 (Interfaces au système de capteur). Cette interface doit implémenter un mécanisme d'authentification afin de restreindre l'accès à des données confidentielles (D4.4).

Livrables

Livrable D4.1 : Interfaces d'accès aux données (Matthieu, DOC, 10/01)

Ce livrable correspond à la documentation des interfaces d'accès aux données et de collection des mesures.

Livrable D4.2 : Description du format de données (Thomas, DOC, 10/01)

Ce document présente comment les données issues des capteurs sont représentées et stockées au sein de notre système.

Livrable D4.3 : Code embarqué dans le réseau de capteurs (Matthieu, IMPL, 28/02)

Ce livrable correspond au code qui est embarqué dans le système de collecte des données en provenance des plates-formes de capteur.

Livrable D4.4: Interface d'accès aux données (Thomas, IMPL, 07/03)

Ce livrable correspond à l'API qui sera mise à disposition des développeurs souhaitant créer des services avec les données récoltées.

Identifiant	L5	Date de démarrage				S14	
Titre	Démonstrations						
Type	DEMO						
Participant	Thomas	Cyril	Laura	Matthieu	Jean	Sébastien	Michel
Effort	12	12	12	12	6	6	6

Objectifs du lot

Ce lot a pour objectif de présenter le fonctionnement du système de capteurs à l'aide de scénarios utilisateurs. Ils doivent constituer une preuve de concept en vue d'un déploiement à plus grande échelle.

Description du lot

Tâche 5.1 : Démonstration n°1 (Cyril, S14, 33h)

Cette tâche a pour but de développer un service démonstratif de collecte de la température. Nous devons pouvoir visualiser en temps réel la température dans un bureau ou accéder à un historique des températures (D5.1).

Tâche 5.2 : Démonstration n°2 (Laura, S17, 33h)

Cette tâche a pour but de développer un service démonstratif de supervision du parking étudiant. Nous devons pouvoir visualiser en temps réel l'occupation de quelques places ou accéder à leur historique d'occupation (D5.2).

Livrables

Livrable D5.1 : Présentation du service de collecte de température (Cyril, DEMO, 07/02)

Ce livrable contiendra le code documenté du service de collecte de température ainsi qu'une vidéo expliquant son fonctionnement.

Livrable D5.2 : Présentation du service de suivi des places de stationnement (Laura, DEMO, 07/03)

Ce livrable contiendra le code documenté du service de suivi des places de stationnement ainsi qu'une vidéo expliquant son fonctionnement.

Résumé de l'effort

Tableau 4 - Résumé de l'effort

	TDI	CCE	LMA	MJI	JOU	SMO	MRI
L1 – Gestion de projet							
T1.1 – Planification	30	42	30	42	0	4	3
T1.2 – Suivi de projet	24	24	24	24	4	10	5
T1.3 – Préparation soutenance	18	18	18	18	0	2	1
Sous-Total (h) :	72	84	72	84	4	16	9
L2 – Analyse technologique							
T2.1 – Etude des besoins utilisateur	8	8	10	10	10	2	1
T2.2 – Identification des technologies	24	12	24	12	3	0	0
T2.3 – Etude de faisabilité	22	22	20	18	0	0	0
T2.4 – Etude continue	10	10	10	10	2	0	0
T2.5 – Macrostructure du projet	20	17	17	20	0	0	0
Sous-Total (h) :	84	69	81	70	15	2	1
L3 – Volet capteurs							
T3.1 – Architecture	17	20	20	17	5	3	0
T3.2 – Configuration plates-formes capteurs	8	34	34	8	10	0	0
T3.3 – Raccordement plates-formes au réseau	8	24	24	8	5	0	0
T3.4 – Interface ajout/suppression capteurs	30	10	35	5	0	0	0
Sous-Total (h) :	63	88	113	38	20	3	0
L4 – Volet réseau							
T4.1 – Architecture	30	7	7	30	5	3	0
T4.2 – Configuration réseau de capteurs	6	30	6	30	10	0	0
T4.3 – Installation base de données et stockage des mesures	28	8	8	28	0	0	0
T4.4 – Interface accès aux données	21	18	17	24	0	0	0
Sous-Total (h) :	85	63	38	112	15	3	0
L5 – Démonstrations							
T5.1 – Démonstration 1	6	6	6	6	3	3	3
T5.2 – Démonstration 2	6	6	6	6	3	3	3
Sous-Total (h) :	12	12	12	12	6	6	6
Total (h) :	316	316	316	316	30	16	60

Légende :

- TDI : Thomas Di'Meco
- CCE : Cyril Cecchinel
- LMA : Laura Martellotto
- MJI : Matthieu Jimenez
- JOU : Jean Oudot
- SMO : Sébastien Mosser
- MRI : Michel Riveill

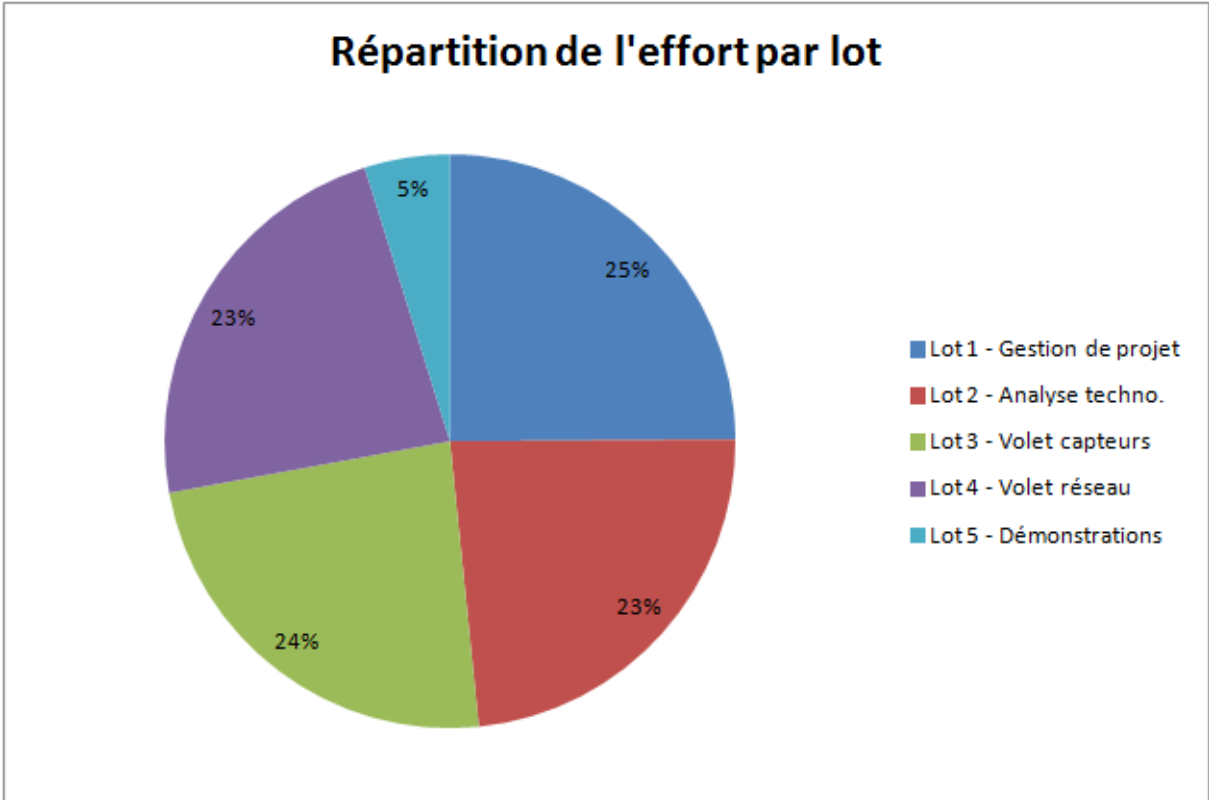


Figure 3 - Répartition de l'effort par lot

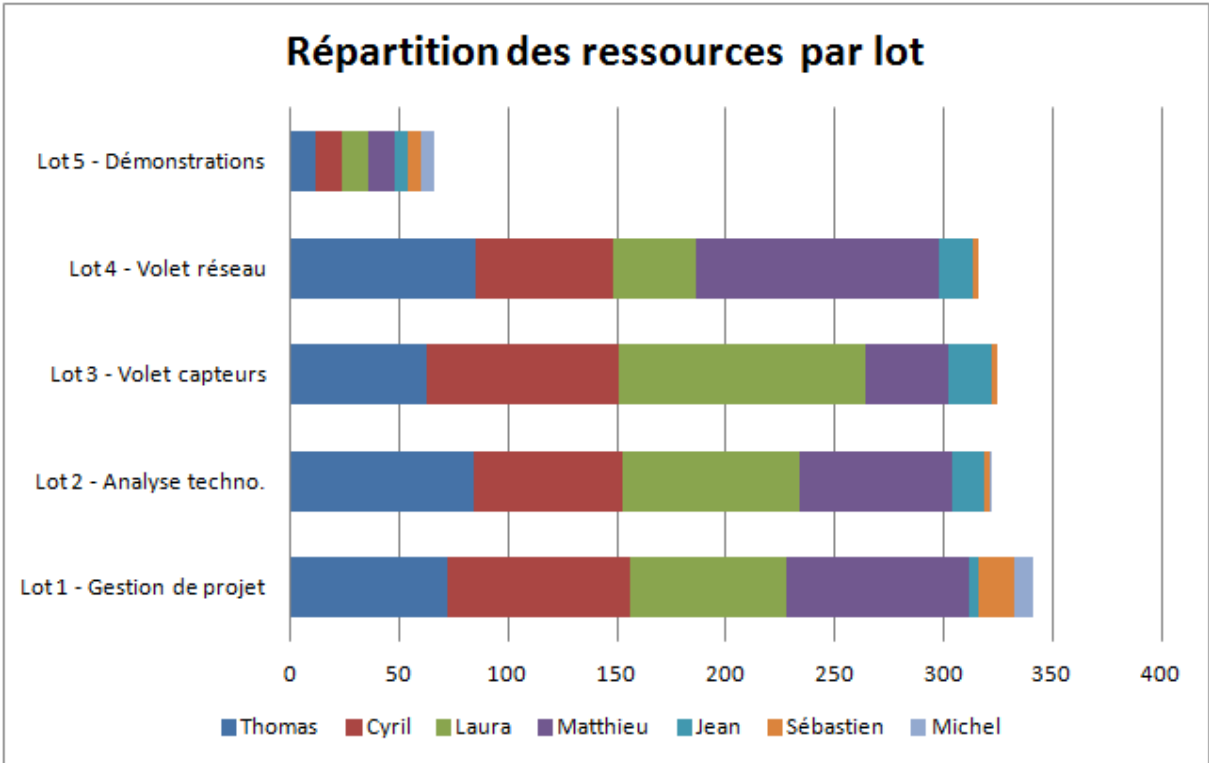


Figure 4 - Répartition de l'effort par type

Gestion du risque

Tableau 5 - Table de gestion des risques

Description	Probabilité	Conséquences	Impact	Cause	Évitement	Résolution
Incapacité à se connecter à un réseau	20%	Difficultés à fournir un prototype	Date livrable non respectée	- Non couverture réseau - Pas de possibilité de réutiliser un réseau	Changement de protocole radio	Prototype sur un périmètre réduit
Retours non significatifs	20%	Impossibilité de capturer les besoins des usagers	Retard	- Sondage mal orienté - Les personnes sondées ne comprennent pas le projet	- Identifier des utilisateurs intéressés par le projet - Questions adaptées	Cibler un autre panel utilisateur
Mauvais retours de démonstration	15%	Coûts plus élevés liés à la correction de la démonstration	Retard Surcoût	- Besoin mal compris	Expression des besoins définis préalablement	Ne pas implémenter la technologie démontrée
Livraison du matériel hors délais	15%	Démonstration non réalisable	Retard	- Problème de commande - Besoin non identifié	Orienter les démonstrations en utilisant le matériel existant	Abandon de la technologie
Temps de formation à la technologie trop important	10%	Impossibilité de commencer l'implémentation	Retard	- Technologie compliquée à prendre en main - Pas de documentation	Recherche préalable dans l'étude de faisabilité	Changer de technologie
Blocage lors de l'implémentation	10%	Impossibilité de terminer une tâche	Retard Date livrable non respectée	- Manque de maîtrise	Relecture de code Travail en équipe	Appel à une personne extérieure

5. Participants

Cyril Cecchinel (SI - CSSR)

Après avoir obtenu son baccalauréat scientifique en 2009 à Chambéry, Cyril a intégré sur dossier le PeiP (Parcours des élèves ingénieurs Polytech) et réussit les deux années de cycle préparatoire. Passionné par la sécurité informatique, c'est tout naturellement qu'il a choisi de poursuivre ses études au sein de Polytech'Nice-Sophia en Sciences Informatiques où il se spécialisa en Cryptographie, Sécurité, Systèmes et Réseaux. Durant son stage de quatrième année, Cyril a pu acquérir une expérience professionnelle, notamment dans le domaine de la gestion de projets.

Thomas Di'Meco (SI - AL)

Depuis l'obtention de son baccalauréat scientifique en 2009, Thomas sait qu'il souhaite étudier et faire de l'informatique son métier. C'est naturellement qu'il s'est dirigé vers l'IUT informatique d'Aix-en-Provence pour obtenir son DUT. Maintenant étudiant à Polytech'Nice-Sophia, spécialité Architecture Logicielle, il a choisi cette voie car la mise en place de grands systèmes d'informations l'intéresse. Ce projet va être sa première expérience concrète dans le domaine et il va pouvoir mettre en application ses connaissances pour mener à bien le projet et aider à la conception du middleware.

Matthieu Jimenez (SI - CSSR)

Étudiant de la filière Cryptographie, Sécurité, Système et Réseaux, Matthieu Jimenez est très intéressé par les questions ayant trait à la sécurité et aux réseaux. Ses connaissances dans ce domaine, acquises notamment lors de son échange à Polytechnique Montréal et lors de son stage de quatrième année, seront utiles pour la mise en place du réseau reliant les capteurs et la sécurisation des accès. Pour le moment novice dans le domaine des réseaux de capteurs, ce projet est une opportunité de découvrir ce qui est couramment appelé "l'Internet of Thing". De plus, ayant eu l'occasion de suivre un cours sur le Web sémantique, il sera en mesure d'aider sur la partie Open Data.

Laura Martellotto (SI - AL)

Après l'obtention de son DUT Informatique à Aix-en-Provence en 2011, Laura a souhaité poursuivre ses études en école d'ingénieur, à Polytech' Nice Sophia. Aujourd'hui en 5ème de son cursus, elle s'est spécialisée en *Architecture Logicielle* (AL), une spécialité qui lui permet d'appréhender les principes de conception et de réalisation de solutions logicielles. Ce projet de fin d'étude sera une première, tant au niveau de l'investissement qu'il demande sur 6 mois, que sur le sujet traité. Elle compte cependant mettre à profit ses connaissances acquises et ses expériences passées pour la conception de ce système et de ses services proposés.

Jean Oudot (IUT)

Une fois son baccalauréat scientifique obtenu à Vizille, Jean a postulé dans l'établissement qui lui était destiné : l'IUT Informatique de Nice. Passionné par le développement logiciel et l'expérimentation, il a rejoint notre équipe depuis peu, dans le cadre de son stage de fin d'études. Il n'a pas encore participé effectivement aux travaux de l'équipe, mais sa motivation permet d'en attendre la meilleure contribution.

Sébastien Mosser (I3S - MODALIS)

Sébastien Mosser est chercheur au laboratoire de l'I3S à Polytech'Nice-Sophia et Maître de Conférences à l'université de Nice-Sophia Antipolis. Avant cela, il a travaillé en tant que chargé de recherche permanent au SINTEF, ainsi que post-doctorant à Inria. Il est également directeur du parcours AL à Polytech et responsable des Projets de Fin d'Études (PFE). S'il a proposé ce projet, c'est parce qu'il est très engagé pour améliorer la vie sur le campus, comme à travers les différents projets en rapport avec le système de diffusion Yourcast, mais également dans le domaine des systèmes distribués avec sa contribution au développement de la plate-forme SensApp.

Michel Riveill (I3S - RAINBOW)

Enseignant-chercheur depuis plus de 15 ans, Michel Riveill est également Vice-Président délégué de l'Université pour Sophia Antipolis depuis avril 2010 et directeur du laboratoire I3S depuis janvier 2012. Dans le contexte de ce projet de fin d'études, Michel Riveill va essentiellement jouer le rôle de client et représenter ainsi le campus Sophia Tech.

6. Bibliographie & Références

État de l'art :

- Smart campus et smart building :

Projet smart campus :

<http://www.fondaterra.com/projet/smart-campus/>

Smart Campus de Versailles :

<http://www.uvsq.fr/smart-campus-l-installation-commence-242906.kjsp>

Regroupement d'entreprise pour les smart buildings :

<http://www.smartbuildingsalliance.com/>

Article sur les maisons/batiments intelligents :

<http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smarhome-maison-batiment-intelligent>

8 définitions de smart buildings:

http://www.greenbang.com/from-inspired-to-awful-8-definitions-of-smart-buildings_18078.html

- Capteurs

Wikipédia sur les capteurs:

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur>

Cours sur les capteurs:

http://philippe.berger2.free.fr/automatique/cours/cpt/les_capteurs.htm

- Internet of Thing

Wikipédia sur l'Internet of Things:

http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things

- Open Data

Wikipédia sur les données ouvertes:

http://fr.wikipedia.org/wiki/Donn%C3%A9es_ouvertes

Les 10 principes de l'Open Data :

<http://sunlightfoundation.com/policy/documents/ten-open-data-principles/>

Page sur le web Sémantique du W3C:
<http://www.w3.org/standards/semanticweb/>

Étude technologique :

- Solutions de stockage :

Solution amazon :
<http://aws.amazon.com/fr/s3/>

Wikipédia sur les BDD relationnels :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Base_de_donn%C3%A9es_relationnelle

- NoSQL:

Wikipédia sur les bases NoSQL:
<http://fr.wikipedia.org/wiki/NoSQL>

Site regroupant toute les différentes bases NoSQL:
<http://nosql-database.org/>

Wikipédia sur le pair à pair:
http://fr.wikipedia.org/wiki/Partage_de_fichiers_en_pair_%C3%A0_pair

- Interface d'accès au données :

Wikipédia sur la lecture continu :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Lecture_en_continu

Wikipédia sur les Serveurs Push :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Server_push

Wikipédia sur les Services EJB :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Enterprise_JavaBean

Wikipédia sur les Services .NET :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Microsoft_.NET

Page W3C sur SOAP :
<http://www.w3.org/TR/2000/NOTE-SOAP-20000508/>

Article sur REST :
<http://www.figier.com/publications/REST.htm#.Un-iZeGDBC>