

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES  
TOULOUSE

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE & INFORMATIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Spécialité : ISS

Filière : AE

---

Ingénieur Systèmes

Assistant à Maîtrise d'Ouvrage radars innovants

---

Auteur :

Geneau Teo

Entreprise :

Egis

Référent INSA :

Cot Léa

Responsable du stage :

Lecompte Alain

Année 2020-2021

## RESUME

J'ai intégré l'entreprise Egis en février 2021 afin de réaliser mon projet de fin d'études.

Egis est un acteur international majeur de l'ingénierie de la construction et des services à la mobilité qui, étant donné son offre globale unique, crée et exploite des infrastructures et bâtiments intelligents dans les secteurs de l'aménagement, du transport, de l'eau, du numérique et le secteur de l'environnement.

J'ai par conséquent intégré dans la Business Unit : Ville, Route et Mobilités (BU VRM) l'équipe Systèmes de l'activité Smart Mobilité & Systèmes à Guyancourt. Cette équipe est encadrée par Monsieur Alain Lecompte, qui est actuellement mon responsable de stage chez Egis.

J'ai eu l'opportunités lors de ce stage de pouvoir intervenir sur un éventail de projets assez conséquents dont :

- Un projet RADAR.

Coordination technique dans le cadre de l'intégration d'équipements automatisés, au sein du système d'information du Département du Contrôle Automatisé (DCA). Suivi de l'expérimentation de mise en œuvre de nouveaux radars innovants, y compris la gestion de l'ensemble des interfaces dont les différents systèmes d'information. Montage d'outils de gestion de projet (suivi, reporting).

- Un projet d'expérimentation IoT pour la Métropole de Toulouse.

► Déploiement d'objets communicants (IoT) : assistance pour la mise en place d'un éclairage public intelligent (Lora), analyse technique du système de mesure de la qualité de l'air (Sigfox).

- Un projet de Smart Building pour l'Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.

► Conception d'un Smart Building, proposition et dimensionnement de l'architecture du système d'information, réalisation de benchmarks et identification de solutions innovantes, définition de la stratégie de gestion des données, du contrôle d'accès et du système d'Hypervision.

- Un projet de réalisation d'étude et benchmark IoT pour Seine-et-Yvelines Numérique.

► Réalisation d'un état de l'art et d'un benchmark du monitoring du bâtiment.

- Un projet de déploiement mobilité électrique pour Total Energies.

► Pilotage du déploiement des implantations des infrastructures intelligentes de recharge pour véhicules électriques (IRVE), automatisation des processus métiers, conseil technique, étude de faisabilité, chiffrage et gestion des délais.

Ces différents projets m'ont énormément apporté en termes d'organisation, de gestion de projet complexe, ils m'ont appris à produire un travail d'excellente qualité malgré les contraintes de temps, ils m'ont poussé à me dépasser techniquement, à faire preuve d'agilité et d'une grande autonomie.

## **REMERCIEMENTS**

Je voudrais remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce stage de fin d'études, et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, je remercie mon tuteur de stage, Monsieur Alain Lecompte, Responsable Systèmes Ile de France, pour la confiance indéfectible qu'il m'a tout de suite accordée et son accompagnement durant ce stage.

Je tenais aussi à remercier mon équipe au sein d'Egis pour leur encadrement et la pédagogie dont ils ont su faire preuve afin de me faire gagner en compétences sur des sujets ayant des enjeux technologiques forts à la fois stratégiques et innovants. Je tiens également à les remercier de m'avoir accepté avec bienveillance et de m'avoir aussi bien intégré dans l'équipe Systèmes.

Je tiens également à exprimer mes remerciements à Maxime Lambard dont le soutien précieux s'est manifesté tout au long de mon stage.

Enfin, mes remerciements vont à Stéphane Rué pour son aide, son expertise et son écoute, à George Caraiman pour sa confiance et ses conseils, et de manière générale à l'ensemble des collaborateurs d'Egis et de l'INSA Toulouse qui m'ont permis de réaliser ce stage dans les meilleures conditions possibles et grâce à qui j'ai pu évoluer sur le plan professionnel comme personnel.

## TABLE DES MATIERES

Résumé .....	ii
Remerciements .....	iii
Table des matières .....	iv
Glossaire .....	vi
Chapitre 1. Introduction.....	1
Chapitre 2. Cadre et objectifs du stage .....	2
Chapitre 3. Réalisations.....	6
1.1.    Préambule : le projet radar .....	6
1.1.1.    Contexte général du projet .....	6
1.2.    Le projet Interface ET CNT – XPILOTE.....	8
1.2.1.    Introduction.....	8
1.2.2.    Formalisation des missions et solutions apportées .....	10
1.3.    Projet Trello : mise en place d'un outil de gestion de projet .....	13
1.3.1.    Introduction.....	13
1.3.2.    Formalisation de la problématique.....	13
1.3.3.    Solution apportée.....	14
1.3.4.    Critères de choix de la solution .....	15
1.3.5.    Démarche .....	15
1.3.6.    Résultat et conclusion .....	17
1.4.    Projet Coworking : Université de Versailles-Saint -Quentin-en-Yvelines.....	19
1.4.2.    Contexte de l'étude .....	19
1.4.3.    Formalisation du contexte et problématiques .....	20
1.4.4.    Solutions apportées.....	20
1.4.5.    Critères de choix des solutions.....	29
1.4.6.    Démarche .....	30
1.4.7.    Résultat et conclusion .....	32
1.5.    Projet d'AMO IoT pour la Métropole de Toulouse.....	33
1.5.2.    Introduction.....	33

1.5.3.	FORMALISATION DU CONTEXTE/PROBLEMES .....	33
1.5.4.	Solutions Apportées .....	34
1.5.5.	Démarche .....	37
1.6.	Projet Total Energies.....	39
1.6.1.	Introduction.....	39
1.6.2.	Formalisation du problème.....	39
1.6.3.	Solutions apportées.....	40
1.6.4.	Critères de choix de la solution .....	45
1.6.5.	Démarche .....	46
1.6.6.	Résultats .....	46
	Chapitre 4. Conclusions et perspectives .....	48
	Annexes .....	49
	Annexe 1 : Présentation de l'entreprise .....	49
	Annexe 2 : Organigramme du DCA.....	56
	Annexe 3 : les missions de la DSR .....	57
	Annexe 4 : schéma de la chaîne de traitement automatisé .....	57
	Annexe 5 : les différentes fonctionnalités de X-Pilote.....	58
	Annexe 6 : schéma des différentes interfaces d'un ETU avec le SI CNT .....	58
	Annexe 7 : schéma global d'interface entre l'ETU et le CNT.....	59
	Annexe 8 : schéma global de la mise à jour du certificat de communication final .....	60
	Annexe 9 : livrable du rapport d'analyse pour l'expérimentation Sigfox .....	61
	Annexe 10 : code VBA utilisé pour une macro Excel.....	70
	Liste des Illustrations.....	78

## GLOSSAIRE

<b>AMC</b>	Application Maintenance Constructeur
<b>AMOA</b>	Assistant à maître d'ouvrage
<b>ANTAI</b>	Agence nationale de traitement automatisé des infractions
<b>BPU</b>	Bordereau de Prix Unitaire
<b>BU VRM</b>	Business Unit : Ville, Route et Mobilités
<b>CACIR</b>	Centre Automatisé de Constatation des Infractions Routières
<b>CCTP</b>	Cahier des clauses techniques particulières
<b>CDS</b>	Chargé de secteur
<b>CNT</b>	Centre national de traitement
<b>DCA</b>	Département du contrôle automatisé
<b>DSR</b>	Délégation à la Sécurité Routière
<b>MIF</b>	Message d'infraction
<b>MOA</b>	Maitrise d'ouvrage
<b>PNOV</b>	Pôle chargé de l'innovation au DCA
<b>RACI</b>	Matrice de responsabilité
<b>SI</b>	Système d'Information
<b>SIDCA</b>	Système d'information du département du contrôle automatisé
<b>TMF</b>	Total Marketing France
<b>Visite Virtuelle</b>	Visite à distance du site client via un outil digital permettant de valider les points Techniques du projet et de finaliser le devis
<b>HTTP</b>	HyperText Transfer Protocol Secured
<b>X-Pilote</b>	Système d'information du CNT

## CHAPITRE 1. INTRODUCTION

J'ai intégré l'entreprise Egis pour une durée de 6 mois (du 8 Février au 29 Juillet) afin de réaliser mon projet de fin d'études.

Cette mission est pilotée par l'équipe Smart Mobilité & Systèmes de la BU VRM qui accompagne la Délégation à la Sécurité Routière (DSR), notamment le Département du Contrôle Automatisé (DCA), dans le cadre de sa mission de sécurité routière, en tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO) afin de réaliser les prestations suivantes : étude et expérimentation de nouveaux radars routiers automatisés ainsi que mise en œuvre de nouveaux types d'infractions (non port de ceinture, téléphone au volant, non-respect du stop, non port du casque, remontée interfile non autorisée, etc.).

Les équipes Systèmes d'Egis ont ainsi pour vocation d'accompagner les clients dans de multiples domaines d'intervention :

- Les Systèmes d'Information, en développant de nouvelles approches de services avec des Systèmes d'Aide au Pilotage et à la diffusion de l'information. Ce produit et ces solutions sont applicables à tous les domaines (routes, rail, eau, énergie, ...). Notre approche est de se placer dans la perspective des exploitants et/ou des utilisateurs de type Gestion dynamique d'espaces, Plateformes multi-services, Smart City, ....
- L'aménagement Numérique du Territoire, en accompagnant la transformation digitale et la transition numérique des territoires.

C'est dans ce contexte que j'ai rejoint l'équipe Systèmes de la BU VRM à Guyancourt, sous l'encadrement de Monsieur Alain Lecompte, qui est actuellement mon responsable de stage chez Egis.

Afin de rentrer directement au cœur du sujet une présentation plus détaillée de l'entreprise Egis est disponible dans l'Annexe 1 : Présentation de l'entreprise

Dans une première partie de ce rapport je vais présenter le cadre et les objectifs de ce stage, afin de souligner ses enjeux.

Puis, dans un second temps, je vais offrir une vue d'ensemble des missions que j'ai accomplies et analyser les tâches qui m'ont été confiées.

Finalement, je vais apporter un regard critique et prendre du recul sur l'ensemble du stage, afin d'appréhender le travail réalisé et donner les suites éventuelles de ce stage pour la société.

## CHAPITRE 2. CADRE ET OBJECTIFS DU STAGE

L'objectif de ce chapitre est de poser le contexte étendu du stage, il se distingue de l'introduction en approfondissant les différents axes du stage et permet d'en saisir toute sa portée technique pluridisciplinaire.

Ce stage s'ancre dans un projet global porteur pour l'équipe Systèmes d'Egis : la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'innovation, le développement, l'évolution et l'expérimentation d'équipements de contrôle automatisé et de dispositifs associés, pour le Ministère de l'Intérieur.

Le Département du contrôle automatisé (DCA) a réorienté sa stratégie globale pour permettre un changement de comportement des usagers de la route qui soit suffisant pour permettre au gouvernement de réaliser l'objectif consistant à diminuer le nombre d'accidents et à réduire le nombre de décès sur les routes françaises d'ici 2022. L'effet recherché, à savoir le changement de comportement des usagers de la route, est mis au centre de cette stratégie. C'est pourquoi, les infractions contrôlées actuellement de manière automatisée (franchissement feu rouge, dépassement de la vitesse) seront étendues à d'autres infractions qui pour le moment relèvent du travail sur le terrain des agents assermentés. Le développement de nouveaux équipements de contrôle automatisé, et l'évolution des équipements existants est au cœur de ces mesures, car il doit permettre d'augmenter le spectre des contrôles réalisables car ils doivent permettre d'augmenter la gamme des contrôles pouvant être effectués, et donc d'orienter les changements de comportement vers la diminution des comportements les plus à risque.

C'est dans ce cadre que j'ai appuyé l'équipe « AMOA NOVA » d'Egis dans sa mission d'assistance au DCA dans ses fonctions d'acquisition et d'évolution d'équipements de contrôle automatisé ainsi que de l'écosystème technique et réglementaire associé.

Mes principales tâches comprenaient les éléments suivants :

- La coordination technique dans le cadre de l'intégration d'équipements automatisés, au sein du système d'information du Département du Contrôle Automatisé (DCA).
- Le suivi de l'expérimentation de mise en œuvre de nouveaux radars innovants, y compris la gestion de l'ensemble des interfaces dont les différents systèmes d'information.
- Le montage d'outils de gestion de projet et l'automatisation (suivi et reporting).
- Le développement d'outils graphiques.

Je suis plus particulièrement intervenu dans le projet « Interfaces ET avec le CNT – XPILOTE » afin d'assurer le suivi, le pilotage et la coordination des projets de développement jusqu'à la validation de l'équipement, l'intégration aux systèmes d'information du DCA et de l'ANTAI, le transfert à l'opérationnel et la levée des faits techniques identifiés, la réalisation d'avis sur les documentations techniques et les documents d'interfaces complexes.

Nota : vous trouverez la liste des projets sur l'Annexe 2 : Organigramme du DCA

Afin de bien présenter le rôle d'un ingénieur d'études, mon responsable de stage a souhaité que je participe à d'autres projets, ceci afin de développer d'autres compétences techniques ainsi que ma capacité à gérer mon temps (priorisation des tâches, charge de travail, délai de rendu des livrables, relations avec plusieurs chefs de projet etc.).

J'ai donc pris part à d'autres projets, impliquant des thématiques variées dont :

- Un projet d'expérimentation IoT pour la Métropole de Toulouse.
  - ▶ Déploiement d'objets communicants (IoT) : assistance pour la mise en place d'un éclairage public intelligent (Lora), analyse technique du système de mesure de la qualité de l'air (Sigfox).
- Un projet de Smart Building pour l'Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.
  - ▶ Conception d'un Smart Building, proposition et dimensionnement de l'architecture du système d'information, réalisation de benchmarks et identification de solutions innovantes, définition de la stratégie de gestion des données, du contrôle d'accès et du système d'Hypervision.
- Un projet de réalisation d'étude et benchmark IoT pour Seine-et-Yvelines Numérique.
  - ▶ Réalisation d'un état de l'art et d'un benchmark du monitoring du bâtiment.
- Un projet de déploiement de mobilité électrique pour Total Energies.
  - ▶ Pilotage du déploiement des implantations des infrastructures intelligentes de recharge pour véhicules électriques (IRVE), automatisation des processus métiers, conseil technique, étude de faisabilité, chiffrage et gestion des délais.

Cela m'a permis de me familiariser avec les spécificités des marchés publics et privés ainsi que de d'identifier les défis que ces marchés peuvent représenter.

Il s'agit d'accompagner et piloter des projets systèmes dits intelligents et comportant un fort caractère innovant, impliquant de nouvelles technologies avec une diversité importante des interventions engendrées.

Les objectifs attendus lors de ce stage sont les suivants :

1. Assistance des Chefs de Projet dans leurs études et suivis de projets
2. Réalisation des expressions de besoins.
3. Rédaction des cahiers des charges et des spécifications fonctionnelles.
4. Suivi de l'expérimentation de mise en œuvre de nouveaux radars, y compris la gestion de l'ensemble des interfaces dont les différents systèmes d'information.

5. Intervention sur divers projets innovants en parallèle, abordant l'ensemble des champs d'intervention d'Egis Villes & Transports dans le domaine des systèmes (systèmes de transport, systèmes d'information, Smart City, IOT, monitoring, vidéosurveillance).

La participation à la constitution de nouveaux marchés (étude de CCTP, réponse à des appels d'offres, réalisation de propositions, contractualisation, consultation etc.) ainsi que le suivi de travaux (visite de chantier, mise en service, etc.) faisaient partie des objectifs du stage, malheureusement, en conséquence du contexte sanitaire actuel, dû au COVID-19 et en application des recommandations gouvernementales, le stage s'est déroulé en partie en télétravail ce qui n'a pas permis de les atteindre, bien que cela soit indépendant de ma volonté. En effet ces objectifs sont dépendants des offres de l'entreprise, des décisions sanitaires gouvernementales.

Selon les projets, je devais travailler en autonomie ou en collaboration étroite avec les chefs de projet pour mener à bien les différents objectifs qui m'ont été attribués. Sur certains projets j'avais une autonomie complète, sur d'autres j'occupais plus le rôle d'observateur. Mon implication a naturellement évolué au cours du stage, en même temps et proportionnellement à mon acquisition de compétences et l'enrichissement de mes connaissances. Ce paramètre sera détaillé dans le chapitre associé aux réalisations.

L'accomplissement de ces différents projets m'a permis de traiter un spectre très vaste de l'ingénierie, concernant les domaines de compétences suivants :

- Le pilotage et la gestion de projets complexes.
- La réalisation de chiffrage de solutions innovantes et la proposition de devis.
- Les systèmes de système (approche système sur plusieurs systèmes).
- Les interfaces complexes.
- La rédaction de documentations techniques, benchmarks et études claires.
- Le déploiement d'équipements de mobilité électrique.
- La sécurité des systèmes d'informations (SSI) appliquée aux logiciels et équipements associés.
- L'ingénierie du soutien logistique intégré.
- Le suivi d'expérimentation : essais, mesures et qualification des systèmes.
- La proposition de solutions à coût global de possession maîtrisé.
- La maîtrise des marchés publics et privés.
- Les systèmes de contrôles automatisés (radars).
- Le reporting et l'automatisation.
- La gestion de plan de charge (priorisation des tâches en particulier)

Durant mes différentes expériences assimilées lors de ce stage, j'ai pu enrichir mes compétences tout en mettant en œuvre mes connaissances acquises durant ma formation qui s'inscrivent dans les thématiques scientifiques suivantes :

- Les objets connectés : IoT.
- Les systèmes d'informations (SI) : remonté data, transport, traitement, diffusion.
- Les réseaux (Cloud computing).
- Les solutions innovantes.
- Les systèmes embarqués : électronique, informatique embarquée, intercommunication.
- La data visualisation.
- Le traitement d'images
- La métrologie : fiabilité des mesures, calibration des équipements.

Certaines missions de réalisation des expressions de besoins ont présenté des défis conséquents à relever, et ce dû à un manque de connaissances et compétences techniques des clients en question. En effet, pouvoir répondre aux besoins et demande des clients de façon appropriée peut s'avérer difficile lorsque l'interlocuteur ne possède pas un bagage technique assez étayé pour exprimer clairement ses besoins. La demande peut être formulée de façon à ce que l'ingénieur en charge du dossier propose des scénarios complets comprenant des solutions détaillées afin de pouvoir faire son choix en fonction des propositions, ce qui peut s'avérer compliqué et chronophage.

Qui plus est, la problématique de la définition de « solution innovante » se pose, les acteurs d'un même projet ne possèdent pas tous la même vision de ce qui est, ou non, innovant. Notamment, dans des domaines touchant à la supervision intelligente, à l'Hypervision. Un véritable problème sémantique apparaît lorsque des acteurs avec un bagage technique et scientifique différent communiquent, il faut alors savoir s'adapter à son interlocuteur et modifier son langage afin de faciliter les échanges et les rendre effectifs.

## CHAPITRE 3. REALISATIONS

Lors de ce chapitre portant sur les différentes réalisations de ce stage, il sera présenté les projets les plus significatifs sur lesquels j'ai contribué. Le contexte de chaque projet est ainsi rappelé et mes apports techniques sont analysés.

### 1.1. Préambule : le projet radar

#### 1.1.1. Contexte général du projet

Il est nécessaire d'apporter certains éléments de contextualisation afin de pouvoir affiner mon rôle dans ce projet multi-systèmes complexe.

La Délégation à la Sécurité Routière (DSR) et, plus particulièrement, le DCA (Département du Contrôle Automatisé), prépare la stratégie en matière de contrôle automatisé et assure le pilotage de sa mise en œuvre.

Le déploiement de radars routiers automatique en France a été initié en 2003 dans l'optique d'inverser la courbe des personnes décédées sur la route. Ainsi, afin de changer les comportements, l'automatisation des systèmes devait permettre de rapprocher la sanction de l'évènement.

Néanmoins, même si le nombre de morts a fléchi pendant plus d'une décennie, ces nouveaux outils de contrôle routier ont été accompagnés par l'apparition de nouvelles technologies (Coyote, avertisseur de radars, brouilleurs de radars, Waze : détection de zones potentiellement verbalisables...), ce qui s'est traduit par une adaptation des comportements des conducteurs et donc par un retour à la hausse des accidents mortels depuis 2014.

C'est pourquoi, depuis 2015, une nouvelle impulsion politique d'élargissement conséquent du champ de contrôle tant dans l'espace physique du réseau routier français que dans le type d'infraction. La flotte d'équipements de contrôle automatisé devrait ainsi passer de 4513 unités en 2016 (dont 3363 radars fixes, 900 radars mobiles et 250 radars déplaçables) à 4700 unités d'ici fin 2021, avec une évolution conséquente du type de radars : 2600 radars fixe, 940 radars mobiles et 1700 radars déplaçables. L'objectif est de réduire le nombre de morts sur les routes afin de passer sous le seuil symbolique des 2000 morts (voir Annexe 3 : les missions de la DSR).

Les principales fonctions du DCA sont :

- La mise à disposition des services territoriaux de l'État des outils permettant la mise en œuvre de la politique locale du contrôle automatisé.
- L'élaboration de la réglementation relative aux équipements de constatation des infractions au code de la voirie routière

- Le pilotage du déploiement, du déplacement, et la maintenance des équipements de contrôle en s'assurant de l'organisation logistique générale afin de permettre aux services locaux de l'État de décliner la stratégie du contrôle automatisé.
- D'assurer la préparation et le suivi financier des marchés publics nécessaires à la mise en œuvre du contrôle automatisé. Il assure le suivi des contentieux dans ce domaine.
- D'assurer le pilotage de l'évolution technique du contrôle automatisé, de l'amélioration des équipements déployés sur le terrain, de la numérisation des processus et de l'outillage statistique permettant d'optimiser l'efficacité des contrôles.

Le DCA a créé un pôle innovation dénommé PNOV pour accomplir les fonctions d'acquisition et évolution innovante d'équipements du contrôle automatisé.

C'est dans ce contexte qu'Egis, dans sa mission d'AMO, contribue à toutes ces fonctions, et c'est dans cette dernière : l'évolution innovante technique du contrôle automatisé, que je suis intervenu. La mission est divisée en plusieurs projets, ayant plus ou moins d'envergure, sur lesquels j'ai pu intervenir.

Au sein du projet global Radar, j'ai eu à ma charge deux missions principales comme on peut l'observer sur la figure 1 : je suis intervenu sur le projet Interface ET CNT – XPILOTE et j'ai piloté le projet Trello.

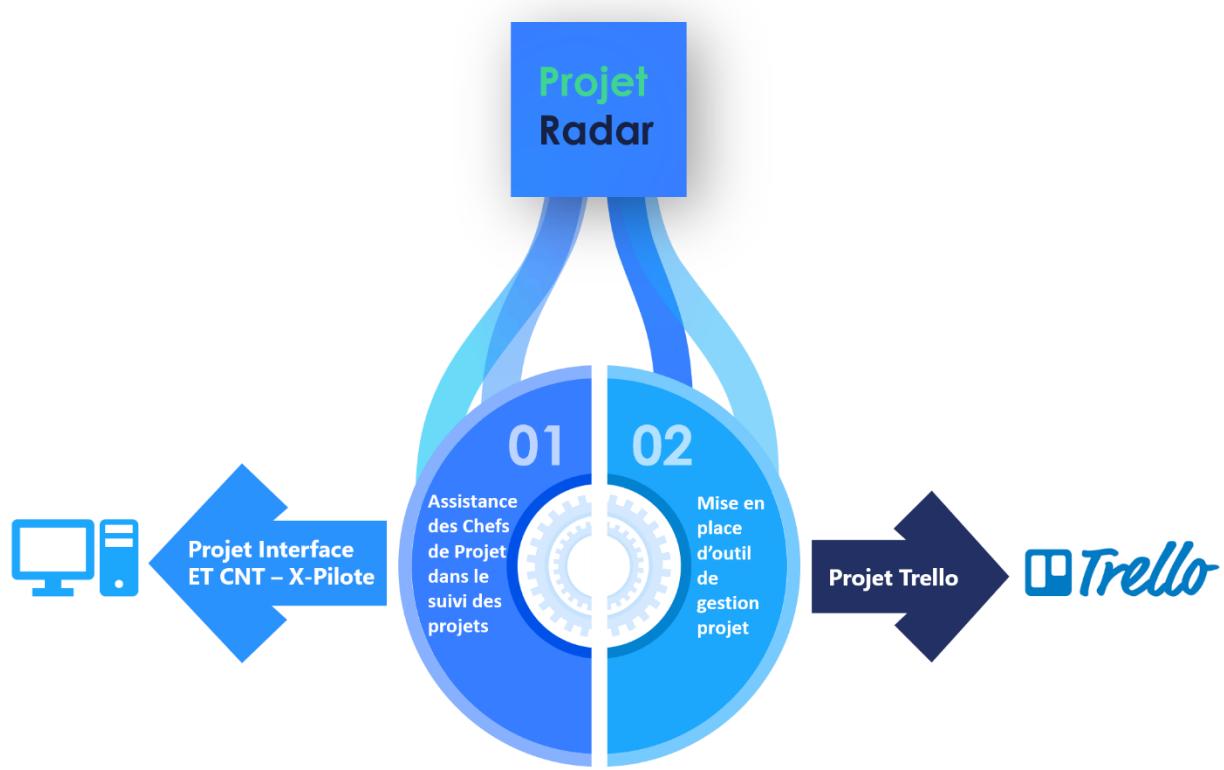


Figure 1. Diagramme d'implication personnelle dans le projet radar

## 1.2. Le projet Interface ET CNT – XPILOTE

### 1.2.1. *Introduction*

Le Département du Contrôle Automatisé (DCA), dans sa quête permanente de l'optimisation de ses moyens pour assurer la sécurité routière, a décidé de se doter d'un tout nouveau type de radar : l'ETU (Équipement de Terrain Urbain). Il s'agit d'un radar mobile ayant pour vocation d'être déployé en ville et se distingue par sa capacité à être accroché à du mobilier urbain comme des candélabres ou des portiques. Actuellement deux modèles sont en cours de développement par deux fournisseurs différents.

Le développement de l'ETU doit s'accompagner en parallèle de l'interfaçage de l'ETU avec le Système d'Information (SI). Il est alors nécessaire de traiter l'intégration de l'ETU au sein du système d'information, il faut pour cela s'assurer d'une gestion fonctionnelle des interfaces entre le SI et ces nouveaux radars.

L'objectif, ici, consiste en un management du projet pour l'intégration des ETU au sein du SI du Centre National de Traitement (CNT), il s'agit du SI historique du DCA, supervisé par l'Agence Nationale de Traitement Automatisé des Infractions (ANTAI).

Le rôle de l'ANTAI comprend : la conception, l'entretien, la maintenance, l'exploitation et le développement des systèmes et applications nécessaires au traitement automatisé des infractions. Elle gère l'exploitation du CNT et le Centre automatisé de constatation des infractions routières (CACIR).

Elle est chargée de piloter l'ensemble de la chaîne contraventionnelle :

- Gestion du message d'infraction (flash du radar et procès-verbal électronique).
- Envoi de l'avis de contravention.
- Facilitation des paiements et des contestations.

La principale interface entre le SI CNT et l'équipement est l'échange de messages d'infraction (MIF) et d'accusés de réception connues sous le nom de CKMIF. Ces CKMIF informent sur l'acquittement des MIF ou le besoin de les réémettre.

Le système du contrôle automatisé est une chaîne pénale automatisée allant du relevé des infractions par les radars automatiques jusqu'à l'envoi des avis de contravention et le traitement des contestations.

Les principales étapes de cette chaîne sont les suivantes :

- Détection et relevé de l'infraction par le radar automatique.
- Transmission sécurisée des dossiers « Messages d'Infraction » (MIF) au CNT.

- Identification du contrevenant par consultation du fichier national des immatriculations, des fichiers loueurs, des fichiers des immatriculations étrangères.
- Constatation de l'infraction par le Centre Automatisé de Constatation des Infractions Routières (CACIR).
- Établissement de l'avis de contravention et envoi au contrevenant.
- Traitement des retours courriers.

En pratique il existe plusieurs chaînes de traitement dont trois pour le contrôle automatisé, une pour les infractions vitesses, une pour les infractions franchissement et la future chaîne pour les équipements multi infraction (vitesse, franchissement, inter distance, etc.)

Sur la figure 2 ci-dessous, sont détaillées les différentes étapes de la chaîne de traitement :

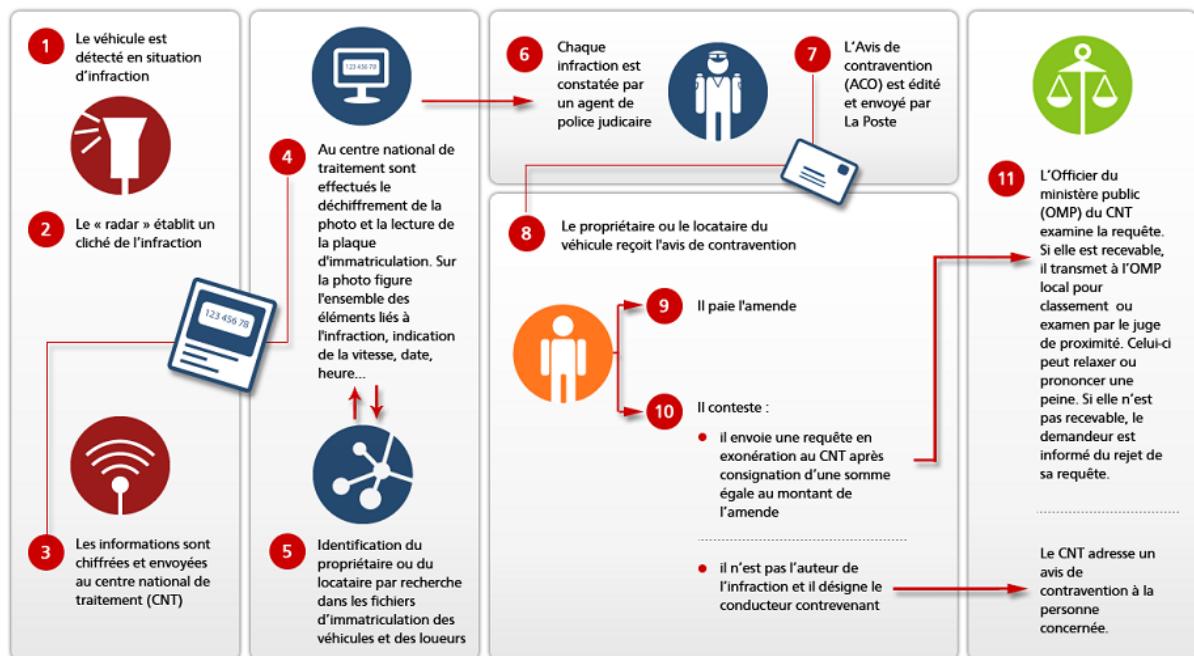


Figure 2. Chaîne du traitement des infractions du contrôle automatisé

Le projet actuel est donc axé sur l'intégration de l'Équipement de Terrain Urbain (ETU) au sein du SI CNT. En effet, dialoguer avec le SI CNT nécessite une cohérence des données et un ensemble de protocoles de sécurité. Il est donc question de s'assurer du partage de toutes les informations nécessaires entre les deux parties pour un interfaçage complet des deux systèmes.

De plus, l'ANTAI doit faire évoluer le SI du CNT afin pour pouvoir intégrer les MIF de l'ETU. La cohérence des plannings de développement entre les deux entités est donc de rigueur.

Le SI du CNT est composé d'X-PILOTE (voir **Annexe 5** : les différentes fonctionnalités de X-Pilote.), étant l'outil historique de gestion du parc du contrôle automatisé, sous la responsabilité de l'ANTAI et intégré dans son SI.

Le rôle de l'équipe Systèmes d'Egis « AMOA NOVA » prend tout son sens ici : s'assurer que les équipementiers développant les ETU possèdent tous les éléments techniques nécessaires afin de pouvoir le configurer de manière à s'interfacer correctement avec le SI. Il s'agit d'un rôle d'appui, de gestion de cohérence des plannings et de suivi des différentes phases du développement : la conception, le prototypage, l'expérimentation, l'industrialisation.

Notre mission s'étend donc aux deux fournisseurs développant l'ETU : IDEMIA pour les équipements qui seront entretenus par le mainteneur opérationnel (MO) Sud et PARIFEX pour ceux entretenus par le mainteneur opérationnel Nord.

Ce projet est piloté par deux chefs de projets : George CARAIMAN et Ralph NANA NITCHEU.

### ***1.2.2. Formalisation des missions et solutions apportées***

#### **■ Réalisation de l'anonymisation d'un document technique pour l'interface ET-SI**

Un document détaillant les spécifications d'interface techniques nécessaires entre les équipements et le SI du CNT doit être établi et diffusé aux équipementiers pour accélérer l'intégration ETU – CNT. Or, un des équipementiers a déjà établi un même document similaire mais pour un autre type de radar : les Équipements de Terrain Tourelle (ETT).

Ce sont des radars multifonctions installés dans des cabines leurre, c'est-à-dire que l'unité de contrôle n'est pas en permanence présente dans la cabine, en effet, elle est régulièrement déplacée. Il s'agit d'un radar déplaçable comme l'ETU.

Ce document mentionne les spécificités des messages échangés entre l'ETT et le CNT. Il est alors possible de reprendre ce document pour servir de base pour les messages échangés entre les ETU et le CNT.

Il s'agit donc de retirer toutes les informations confidentielles qui relèveraient de la propriété de l'équipementier IDEMIA et des autres entreprises ayant contribuées à l'élaboration de ce document (dont SAFRAN) afin de ne conserver que les éléments techniques expliquant le contenu d'un message échangé entre l'ETT et le CNT, tout en l'enrichissant de schémas d'architecture de fonctionnement.

J'ai travaillé avec Ralph sur cette mission, nous avons fait une réunion de démarrage pour établir le cadre de la mission et s'assurer de ma bonne compréhension du livrable attendu.

Je réalisais des versions intermédiaires que je transmettais à Ralph pour relecture.

J'ai d'abord étudié plusieurs documents techniques pour être en mesure de comprendre les éléments nécessaires à conserver et ceux à éliminer.

Après cette phase documentaire, j'ai enlevé tous les éléments pouvant rendre le document personnel (nom des contributeurs, nom et logo des entreprises), puis en transformant le document au format cible attendu. J'ai commenté les parties que je considérais confuses tout en supprimant les parties sur l'interface interne de l'éditeur du document qui ne relevait pas des besoins d'interface.

J'ai ensuite repris le document pour supprimer tout ce qui faisait référence aux ETT en l'adaptant pour les ETU. J'ai dû reprendre plusieurs schémas à adapter et en élaborer 2 autres pour améliorer la compréhension de certaine section (voir **Annexe 7** : schéma global d'interface entre l'ETU et le CNT. et l'**Annexe 8** : schéma global de la mise à jour du certificat de communication final ).

Pour cela j'ai utilisé l'application « draw.io ». En effet, il s'agit d'une application gratuite dédié à l'élaboration de schéma électronique/informatique que j'ai appris à utiliser durant mes études. On avait des contraintes de temps pour l'anonymisation de ce document, je devais donc utiliser un outil graphique sur lequel j'étais déjà opérationnel, gratuit et qui utilise une interface web (pas d'installation requise). Draw.io répondait à tous ces critères et permet de réaliser un nombre illimité de graphique, de pouvoir les exporter au format PNG, JPG et aussi CSV.

Le document, d'une trentaine de pages, a bien été rendu anonyme et diffusé aux équipementiers via le SharePoint collaboratif du projet

Des outils plus efficaces de création de schéma/diagramme existent tels que :

- Microsoft Visio.
- SmartDraw
- Lucidchart

Cependant SmartDraw et Lucidchart ne sont pas gratuits, ils possèdent bien une version gratuite mais les limitations sont trop contraignantes (limité à seulement 3 schémas, limité dans les formes utilisables etc.) et Microsoft Visio nécessite une installation ce qui signifie qu'il faut passer par la Direction du Système d'Information (DSI) impliquant une procédure de plusieurs jours/semaines. Dans un autre contexte sans contrainte de délai pour l'installation et la prise en main d'autres outils graphiques, il aurait été intéressant de réaliser un Benchmark afin de comparer les possibilités, les avantages et contraintes de chaque outil afin de sélectionner un outil plus professionnel et efficace.

J'ai aussi assisté les chefs de projets dans la réalisation des livrables obligatoires demandés dans le contrat du projet dont :

#### **■ Préparation de workshops avec les fournisseurs**

Il fallait décider de l'ordre du jour avec les sujets importants à prioriser et concevoir les supports de réunion au format PowerPoint, pour cela j'ai utilisé l'outil « PowerUser ».

PowerUser est une extension PowerPoint ne nécessitant pas de passer par la DSI pour autoriser l'installation. Il s'agit d'un outil permettant d'optimiser PowerPoint comprenant des librairies avec différents Templates (icônes, slide, cartographie, diagramme etc.), des outils de gestion de position des images etc. J'ai ainsi préparé deux supports de Workshop.

#### **■ Réalisation de la fiche navette avec tous les documents techniques**

La fiche navette a été réalisé à la demande du DCA. Il s'agit d'un fichier regroupant toutes les spécifications techniques et autres documents nécessaires pour l'interfaçage ETU – CNT.

J'ai dû structurer et alimenter la fiche navette.

#### **■ Rédaction des fiches projet et de clôture des projets Interface ET-SI et Interface ET-CNT**

Le DCA doit suivre plusieurs projets simultanément, afin de faciliter le suivi, des fiches projets établies lors du démarrage d'un projet et mises à jour tous les mois présentent une description du projet, une frise chronologique récapitulant les étapes importantes du projet, la liste des livrables fournis, une matrice des risques etc. J'ai dû actualiser les fiches projets et élaborer la fiche de clôture pour les anciens projets arrivant à terme.

■ **Établissement de fiches explicatives des deux bons de commande pour les fournisseurs**

Afin de procéder à l'intégration de l'ETU dans X-Pilote, outil présent dans le SI de l'ANTAI, et commencer la phase d'expérimentation ETU, les équipementiers ont dû intégrer des nouveaux éléments non prévus dans le marché. C'est pourquoi j'ai dû rédiger des fiches explicatives de propositions de bon de commande afin d'accélérer la prise de commande du DCA et ne pas retarder le planning des expérimentations ETU. Ces fiches explicatives étaient destinées au chef de département du DCA, pour synthétiser les éléments contractuels de la demande.

## **1.3. Projet Trello : mise en place d'un outil de gestion de projet**

### ***1.3.1. Introduction***

Le directeur du projet radar, Monsieur Stéphane Rué, en tant que Project Management Office (PMO) doit veiller au bon fonctionnement de l'équipe et s'assurer de l'avancée des missions de chaque projet. Jusqu'à douze personnes peuvent travailler sur le projet radar, réparties sur des sous projets, comme par exemple le projet Interface ET CNT – XPILOTE.

C'est pourquoi, la mise en place d'outils de pilotage du contrat et des projets est nécessaire. Dans le cadre d'une démarche de motivation des équipes et de qualité/performance, la mise en place de nouveaux outils permettant un suivi plus aisément et donc un gain de temps et de productivité suscite l'intérêt des équipes et l'émergence de nouvelles idées. Il s'agit d'un projet interne de l'équipe Systèmes.

### ***1.3.2. Formalisation de la problématique***

Au départ, l'utilisation de plusieurs outils devait permettre de répondre à ces besoins de suivi des actions, des délais et permettre de réaliser des reporting.

L'outil Gladys, permettant le pilotage de projet collaboratif devait remplacer l'outil QUIMEO, un autre outil peu utilisé. Cependant, cet outil ne s'est pas encore installé.

À mon arrivée, le suivi des projets était réalisé sous la forme de tableau de suivi d'actions sous Excel, peu à peu remplacé par la matrice des responsabilités RACI (responsable, acteur, contributeur, informé) à nouveau sous Excel.

Cependant, après un bref audit interne de l'équipe, l'utilisation du RACI Excel était trop contraignante, finalement les membres de l'équipe le maintenaient à jour seulement par obligation et continuaient à utiliser en parallèle leur outil personnel de suivi des actions en cours ou terminées (d'autres Excel, OneNote, l'utilisation de notes écrites etc.).

De ce constat est né la problématique suivante : comment faire accepter aux membres de l'équipe les changements induits par la mise en œuvre d'un nouvel outil de gestion de projet ? Quel outil utiliser pour obtenir un consensus ?

Il faudrait un outil répondant aux besoins d'innovation, comportant un espace collaboratif et aussi s'assurer que le changement d'outil soit compris et connu de tous en effectuant l'accompagnement nécessaire. Pour cela, il est nécessaire de désigner la personne à même de mener à bien ce changement, de réaliser des supports de sensibilisation à ce nouvel outil et former l'équipe.

Ayant assisté les chefs de projet sur l'utilisation des RACI au format Excel, j'ai pu appréhender les besoins des utilisateurs et les contraintes de l'outil en place.

### 1.3.3. Solution apportée

Durant mon projet d'étude à l'INSA Toulouse, mon équipe et moi devions mener notre projet en utilisant la méthode Agile, j'avais alors mis en place l'outil Trello pour la gestion du projet. Il s'agit d'une application web dynamique (PHP) partagée, accessible directement sur un navigateur Web moyennant les droits d'accès nécessaires (utilisateur, mot de passe). Cet environnement digital permet de collaborer en toute simplicité. Il a l'avantage de permettre une gestion optimale des projets. Il agrège ainsi un ensemble d'espace de travail en un, permettant le traitement de l'information homogénéisé et de le rendre accessible à tous les membres du projet. Dans la figure 3 on peut voir la vue classique d'un tableau Trello :

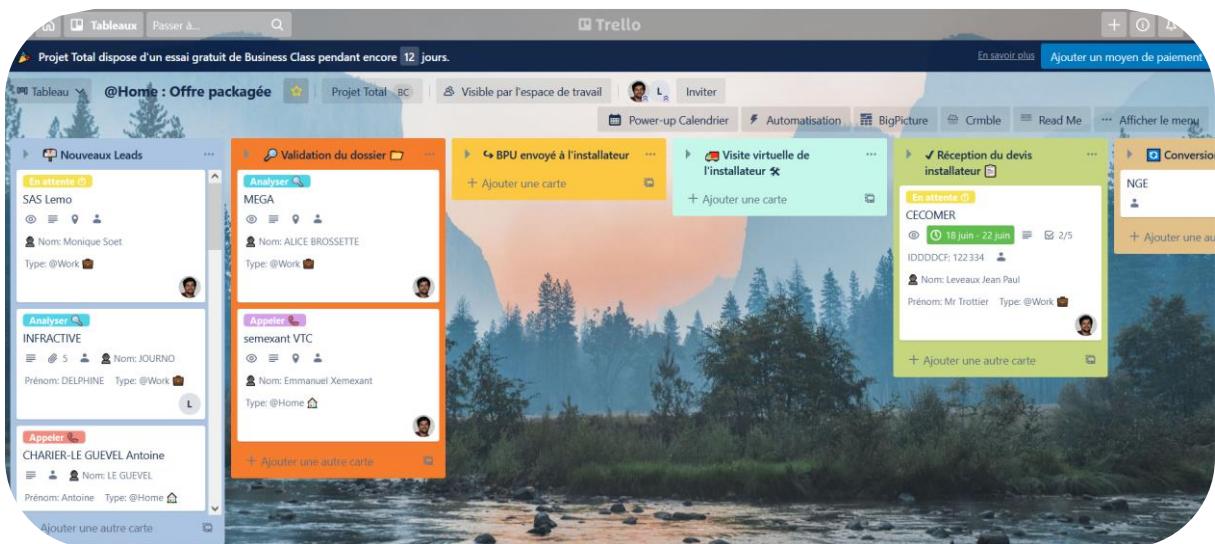


Figure 3. Vue tableau classique de Trello

Ainsi, cet outil offre la possibilité de saisir des tâches sous la forme d'un tableau Kanban, de leur attribuer des membres, de les afficher sous différentes formes (Gantt, Calendrier etc.), avec une interface dédiée favorisant le partage rapide d'informations entre les parties prenantes.

Les fonctionnalités majeures que j'ai mises en place :

- Migration du RACI sous Excel vers l'outil Trello
- L'automatisation de certaines fonctions
  - ▶ Création de boutons cliquables.
  - ▶ Mise en place de règles (exemple : si l'événement X se produit alors actionner Y).
- Mise en place d'une fonction de reporting automatisé
  - ▶ Création d'une fonction, sous la forme d'un bouton cliquable, permettant d'envoyer un mail à l'utilisateur comprenant toutes les informations souhaitées (listing d'actions, dates de créations, date limite, membres, description)
  - ▶ Mise en place de champ personnalisé à remplir à remonter.
- Benchmark des différentes extensions et mise en place
  - ▶ Comparatif des différentes extensions internes à l'outil ou bien externe (extension Chrome, Firefox etc.) pour les fonctionnalités impossibles à mettre en place avec les paramètres natifs de Trello.

#### **1.3.4. Critères de choix de la solution**

Les contraintes de mise en place ont influencé les critères de choix de la solution. Effectivement, il était primordial que la solution ne nécessite pas d'installation au préalable afin de s'affranchir du processus de la DSI. Mais il fallait aussi respecter les contraintes en termes de budget et de délai : une application ayant une mise en place rapide et sans un dépassement conséquent du budget. En effet, son homologue Excel, ne nécessite pas de coût supplémentaire car l'entreprise possède déjà des licences et est déjà installé sur tous les ordinateurs professionnels, il fallait donc pouvoir le concurrencer sur ces différents critères.

Or, Trello offre de nombreux avantages comparés à Excel :

- Utilisation temps réel sans besoin d'accéder aux fichiers.
- Le partage temps réel des informations.
- Une vision de l'avancée des projets.

Le choix d'utiliser Trello s'est imposé par ses nombreux avantage. Premièrement, sa version gratuite est suffisante pour présenter au PMO une démonstration d'un bon nombre de fonctionnalités possibles sur Trello.

Au niveau tarif, il reste concurrentiel par rapport aux autres outils sur le même segment de marché avec un abonnement de 10€ par mois par utilisateur.

De plus, il s'agit de la solution la plus rapide à déployer car c'est une application Web ne nécessitant pas d'installation et je suis déjà familier avec l'outil.

L'outil est très permissif, on a la main sur l'outil d'automatisation pour créer des boutons, des règles, des fonctions.

Trello présente aussi un historique d'activité permettant de retracer les actions des utilisateurs. Finalement, cet outil permet d'homogénéiser les méthodes de suivi d'actions et de pilotage de projet de tous les collaborateurs.

#### **1.3.5. Démarche**

J'ai mené le projet en autonomie complète, en présentant l'état d'avancement au PMO, qui contribuait par des retours utilisateurs.

J'ai procédé à la mise en place en plusieurs étapes :

1. Phase d'audit du PMO pour lister les besoins
2. Phase de configuration de l'outil
3. Phase de test avec le passage de 2 projets sur Trello
4. Présentation de l'outil à l'équipe
5. Formation des chefs de projets

- 6.** Mise en place de plusieurs tutoriels
- 7.** Mise en place du support final d'auto-formation

Il faut noter que la phase d'audit a duré tout le long du processus entier de mise en place de l'outil pour permettre une amélioration continue de l'outil.

Après la collecte des besoins du PMO, vient la phase de configuration de Trello, il a fallu garantir la réponse à toutes les problématiques : notamment le fait de pouvoir adapter le RACI en convertissant le format Excel au format Trello.

Pour cela, j'ai dû définir des processus de fonctionnement.

La phase de configuration a finalement continué même après la phase de test, qui consistait à tester le passage d'Excel à Trello avec 3 chefs de projet, qui étaient les plus intéressés par ce nouvel outil.

En effet, en fonction de leur retour j'adaptais le fonctionnement de Trello et les paramètres associés. De plus, parallèlement à l'expérimentation, les chefs de projet remontaient de nouvelles idées impliquant de nouvelles fonctionnalités à mettre en place.

L'un des obstacles rencontrés concernait la traduction des besoins des chefs de projets en fonctionnalités tangibles, en effet même si l'outil offre une myriade de fonctionnalités, certaines, très poussées, ne sont pas permises. J'ai su surmonter ce problème en utilisant des extensions externes à l'outil : des extensions à installer sur son navigateur Chrome ou Excel offrant un nouveau champ des possibles.

Après la validation des tests, des processus de fonctionnement/d'utilisation, j'ai présenté l'outil aux autres membres de l'équipe, à la suite de quoi j'ai formé les différents chefs de projet à l'utilisation de Trello, assurant la montée en compétences de tous les collaborateurs.

En tant que référent technique de Trello, j'ai eu pour mission d'assister les chefs de projets à chaque remontée de bug et pour répondre aux questions à chaque fois qu'elles se présentaient. Qui plus est, afin que l'équipe ne soit pas dépendante d'un unique responsable technique, j'ai pris l'initiative de créer des tutoriels vidéo que j'ai classé par types : débutant, confirmé, expert.

Les tutoriels consistent en un outil pédagogique à utiliser selon le rythme de l'utilisateur et selon ses besoins et compétence. Il s'agit d'un enregistrement de l'écran accompagné d'une bande sonore avec des explications et des visuels graphiques afin de guider l'utilisateur de façon factuelle et visuelle.

J'ai alors mis en place un support PowerPoint final tout en un permettant à un nouvel utilisateur découvrant l'outil Trello de se former lui-même. Le support comprend une

présentation complète des fonctionnalités de l'outil et intègre 10 vidéos tutoriels permettant une maîtrise complète de l'outil.

### 1.3.6. Résultat et conclusion

La mise en œuvre de cette solution a nécessité 1 mois et en termes de chiffres c'est plus de 4 projets qui ont basculé sur l'outil Trello et j'ai formé en tout 6 chefs de projet à son utilisation. Dans la figure 4 on peut observer l'espace de travail avec les projets en cours sur Trello.

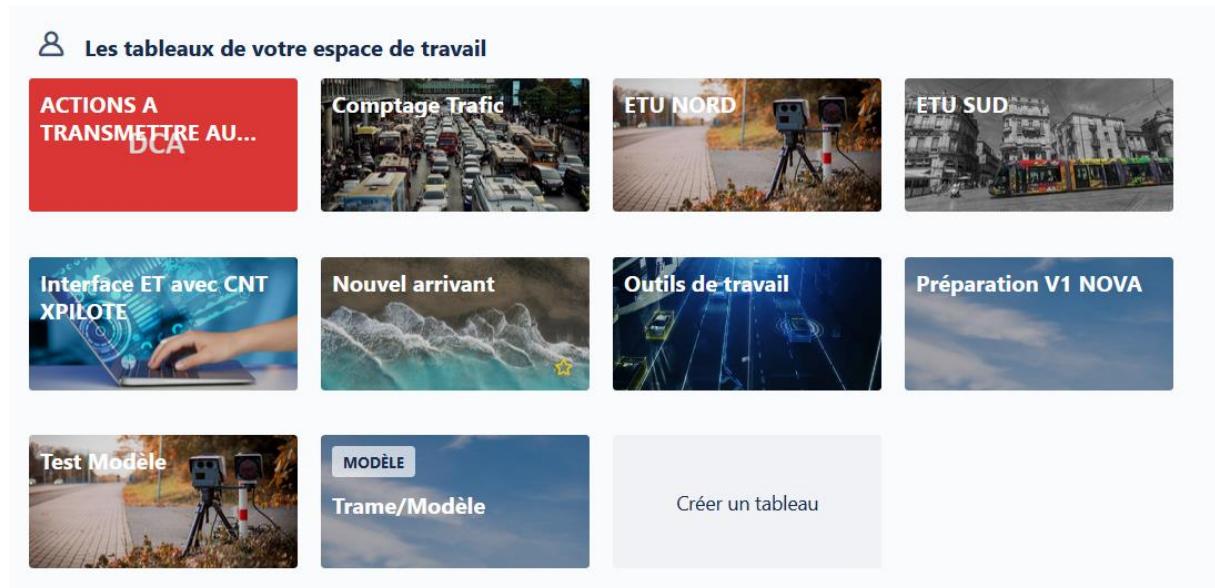


Figure 4. Espace de travail Trello

L'équipe dispose dorénavant d'un outil informatique collaboratif permettant le partage d'informations, une gestion rigoureuse et sécurisée des échanges, une traçabilité des échanges et une vue d'ensemble de tous les projets. Par rapport à Excel, sur les 6 personnes formées à Trello 4 utilisent toujours l'outil aujourd'hui et aucun n'est repassé à la version Excel du RACI.

Trello n'est pas exempt de tout défaut, il comporte plusieurs contraintes : premièrement ce n'est pas une application Open Source, on ne peut donc pas se l'approprier à 100% et l'adapter à nos besoins. De plus, l'outil permet à des développeurs externes de contribuer en proposant des extensions complémentaires, or, ces extensions ont un accès aux données des tableaux Trello, ce qui est une faille de confidentialité et de sécurité et pose un problème en termes de règlement général sur la protection des données (RGPD).

L'automatisation est parfois complexe, l'une des tâches les plus difficiles a été la parallélisation d'actions sur différents tableaux. Sur Trello, lorsqu'on a deux tableaux A et B et que l'on veut créer un mécanisme d'héritage tableau mère/tableau fille entre les deux, il faut mettre en place plusieurs règles imbriquées.

Par exemple, on souhaite que chaque tâche créée dans le tableau A soit copiée sur le tableau B et que chaque modification de la tâche A soit prise en compte aussi pour la tâche B, sauf la suppression. Le tableau B devient ainsi une archive du tableau A. Or, si des extensions permettent la mise en place de tels mécanismes, il n'est pas encore possible d'utiliser l'outil d'automatisation pour le réaliser en interne.

En outre, je n'ai pas réalisé ni de benchmark ni un état de l'art au préalable, donc d'autres outils de gestion de projets et de suivi d'actions peuvent concurrencer Trello. Ce travail de comparaison devra être mené pour savoir s'il n'existe pas un meilleur outil. Ainsi, j'ai commencé à utiliser Klaxoon, un autre outil de pilotage/suivi de projet qui pourrait offrir une alternative à Trello.

Malgré ces légers disfonctionnements et parfois le manque d'adaptabilité de l'outil, je reste convaincu que cet outil pourra être mis au service de la performance d'autres projets de l'équipe Systèmes piloté par Alain Lecompte et des réflexions communes devront être envisagée pour décider de ses potentielles évolutions.

## **1.4. Projet Coworking : Université de Versailles-Saint -Quentin-en-Yvelines**

### **1.4.2. Contexte de l'étude**

En tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage, j'ai mené une étude pour le compte de Seine-et-Yvelines Numérique (SYN). Créé en 2016, SYN est un établissement public d'aménagement numérique du territoire. Il réunit le Conseil Départemental et les intercommunalités des Hauts-de-Seine et des Yvelines pour porter les projets digitaux en synergie.

SYN accompagne l'Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ) dans sa transformation numérique, notamment pour les besoins d'infrastructure numériques dans le cadre de la rénovation du pavillon Panhard.

Le pavillon Panhard, d'une surface de 900m<sup>2</sup> sur 4 niveaux, sera complètement réhabilité en 2021 afin de faire de ce lieu une nouvelle vitrine pour l'UVSQ. Il devra incarner prestige et modernité tout en conservant la nature historique du site. La valorisation du bâtiment, notamment grâce au développement du numérique, est au cœur du projet afin de promouvoir l'université.

Il s'agit de permettre à l'UVSQ d'organiser des évènements internationaux comme des colloques scientifiques, des conférences ou bien des soutenances de thèse. Ainsi, le pavillon devra pouvoir répondre à des standards exigeants, notamment pour y tenir les conseils d'administration de l'université, mais aussi des réunions et des expositions.

L'objectif de cette étude était donc de proposer des solutions innovantes permettant une gestion modulable et évolutive de l'espace, il fallait pour cela veiller à ce que l'intégration des différentes solutions puisse respecter l'aspect historique des lieux. Une attention particulière a été donnée sur l'obsolescence des solutions, il est important de considérer des solutions évolutives et non propriétaires.

Les solutions identifiées devaient aussi pouvoir répondre à des contraintes en termes de maintenance et assurer un fonctionnement modulable des espaces.

Une proposition du fonctionnement global du site ainsi que du système de contrôle d'accès était également attendue pour une intégration dans la logique de la gestion du bâtiment qui pourrait être reprise pour une intégration dans le système global de contrôle d'accès de l'UVSQ.

#### ***1.4.3. Formalisation du contexte et problématiques***

L'UVSQ ne possède pas les compétences, ni les ressources en interne pour répondre aux besoins de rénovation numérique du pavillon Panhard. En effet, ce projet de rénovation est porté par la directrice du patrimoine immobilier de l'UVSQ, le responsable pôle travaux de l'UVSQ et la directrice des achats et des marchés. Aucun des acteurs ne possèdent le background scientifique et/ou technique nécessaire pour identifier et dimensionner les solutions innovantes qui pourraient répondre à leurs besoins.

Par conséquent, une expertise technique était nécessaire afin de déterminer les stratégies de fonctionnement du bâtiment étage par étage dans une logique « Smart Building ». Aussi, il était nécessaire de définir l'architecture du système d'information permettant de gérer les données de ce bâtiment doté d'équipements communicants. Pour cela, il est important de définir les outils métiers et de déterminer les interfaces d'échange de données avec les outils existants (système d'information de l'UVSQ, les systèmes de supervision des fournisseurs d'énergie etc.). L'UVSQ a formulé une demande de solutions techniques précises concernant ce projet.

Des réunions de concertation entre les parties prenantes, (UVSQ, Egis et SYN) , portant sur les besoins, apportant des définitions claires sur les attentes ont permis d'identifier les besoins et les contraintes inhérentes à ce projet.

#### ***1.4.4. Solutions apportées***

Suite à nos différents échanges, le constat a été fait qu'une révision et une adaptation de notre offre était de mise. En effet notre étude devait proposer une vision globale du fonctionnement attendu et est destiné au président de l'UVSQ, pour validation. Elle ne devait pas rentrer dans trop de détails techniques et être intelligible du plus grand nombre.

Afin de mener à bien cette étude une première étape de recueil des besoins et définition des attentes du client était nécessaire, on a piloté deux ateliers : un atelier de définition des besoins client et un autre de définition des contraintes avec les différents acteurs techniques (la DSI de l'université, ENGIE etc.). Nous avons finalisé ce volet par une visite du pavillon Panhard afin d'analyser les contraintes physiques et mieux cerner les usages voulus selon les pièces.

Une fois la partie analyse de la demande client terminée, j'ai réalisé différents benchmarks pour comparer et sélectionner les solutions innovantes dans le but de réaliser des propositions. Il a été nécessaire de contacter des fournisseurs, français tout autant qu'étrangers, afin de réaliser des devis pour le chiffrage de la solution complète finale

proposée et sélectionner les fournisseurs les plus adaptés en fonction de la solution choisie. J'ai aussi dû préparer les supports de présentation et les comptes rendus.

L'étude devait donc tenir compte des besoins clients :

- Proposition de solutions innovantes et évolutives pour une utilisation mixte de l'espace (espace Coworking, salles de réunions, salle du conseil de l'administration de l'université etc.)
- Rendre l'espace modulable (à l'aide d'outil informatique)
- Utilisation des espaces par plusieurs types d'utilisateurs : des tiers, entités externes, des utilisateurs interne à l'UVSQ.
- La définition du système de contrôle d'accès

Le livrable que j'ai établi met en exergue le fonctionnement global du bâtiment ainsi que la stratégie de gestion des infrastructures proposées.

Le document est divisé en 5 parties :

1. Une première partie présentant les solutions techniques retenues
2. Une seconde partie précisant le fonctionnement global du bâtiment différenciant les utilisateurs selon 2 types : un fonctionnement pour les collaborateurs de l'UVSQ et un autre fonctionnement du site pour les personnes externes à l'université
3. Une explication de l'architecture du système d'information défini et du système de supervision envisagée
4. La description des solutions détaillée par étage : nombre, disposition, fonctionnement
5. Une dernière partie présentant une estimation budgétaire établie à la suite d'une analyse financière qui m'a permis de calculer le coût des différentes solutions

Notre étude présente les différents types d'équipements retenu, les différents types sont observables sur la figure 5.

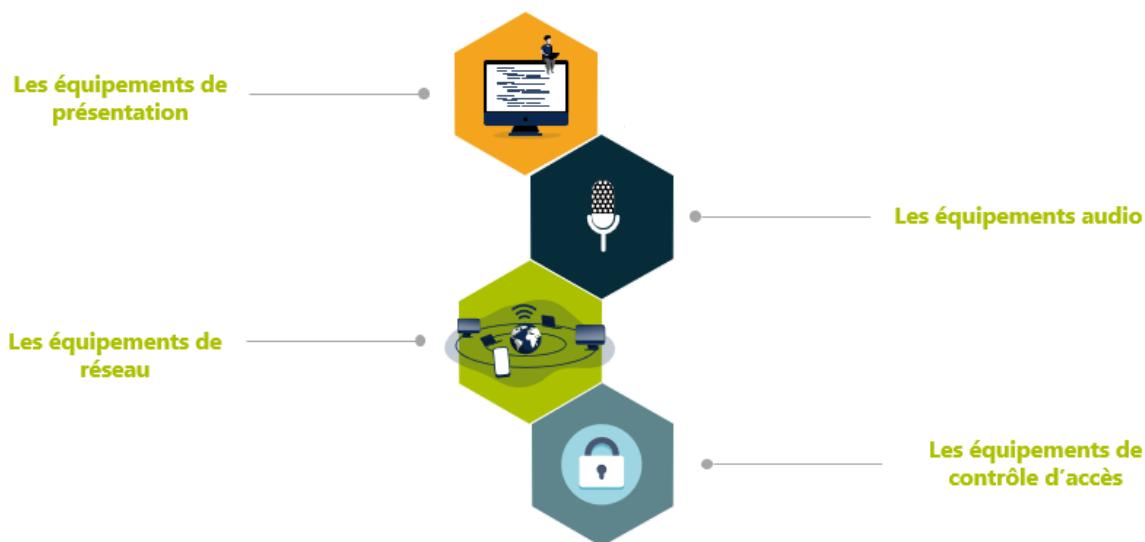


Figure 5. Les différents types d'équipements

Seules des solutions matures, fiables et industrialisées ont été retenues, ainsi, les solutions en phase de recherche, les prototypes ou non éprouvées ont été écartées.

Il était impératif que les solutions puissent s'intégrer tout en respectant l'aspect historique des lieux.

Elles devaient permettre de réaliser des réunions, des expositions, des thèses, des conférences etc. tout en étant fonctionnelles et respectant le cahier des charges du client.

J'ai proposé plusieurs solutions d'équipements de présentation permettant de répondre à ces contraintes :

#### ■ L'écran Samsung The frame

Il s'agit d'un téléviseur intelligent QLED avec une définition 4K. Il a la particularité d'être utilisable sous deux modes : le mode-écran classique lorsque le téléviseur est allumé et le mode art lorsqu'il est éteint. En utilisant le mode art, l'écran se comporte comme un tableau classique. Cette solution est équipée de capteur mouvement intégrés, ainsi, lorsque l'écran est éteint il passe en mode art seulement lorsque l'utilisateur est à proximité, autrement il reste éteint. Il possède également des capteurs de luminosité afin de s'auto-ajuster et réduire si nécessaire la luminosité d'affichage et optimiser la consommation électrique. Le cadre de l'écran imite d'ailleurs celui d'un tableau pour mieux se fondre dans le décor.



Figure 6. Ecran Samsung The Frame

#### ■ L'écran intégré Pop-Up

Cette solution consiste à intégrer l'écran dans un meuble avec un système d'ascenseur électrique motorisé de 120 ou 230V. Ce dispositif de levage vertical peut être télécommandé et permet ainsi de masquer l'écran pour assurer la discréetion des lieux.



Figure 7. Ecran intégré Pop-Up

#### ■ L'écran intégré Panel-Split

L'idée ici est d'intégrer l'écran aux parois et de le masquer derrière un panneau coulissant, un miroir, une toile ou bien un tableau blanc. Le système coulissant peut être télécommandé et les rails sont inapparents. Le déplacement peut être vertical ou horizontal.



Figure 8. Ecran intégré Panel-Split

#### ■ Le dongle Miracast Barco ClickShare

Cette solution utilise la technologie Miracast : permettant de partager l'affichage et le son sans fil de son ordinateur, smartphone ou bien sa tablette, vers un autre appareil diffuseur comme un téléviseur. Cela passe par un WiFi direct, ce qui

signifie qu'il n'y a pas besoin de passer par le réseau internet, on diminue ainsi la latence en ne passant pas par un routeur intermédiaire.

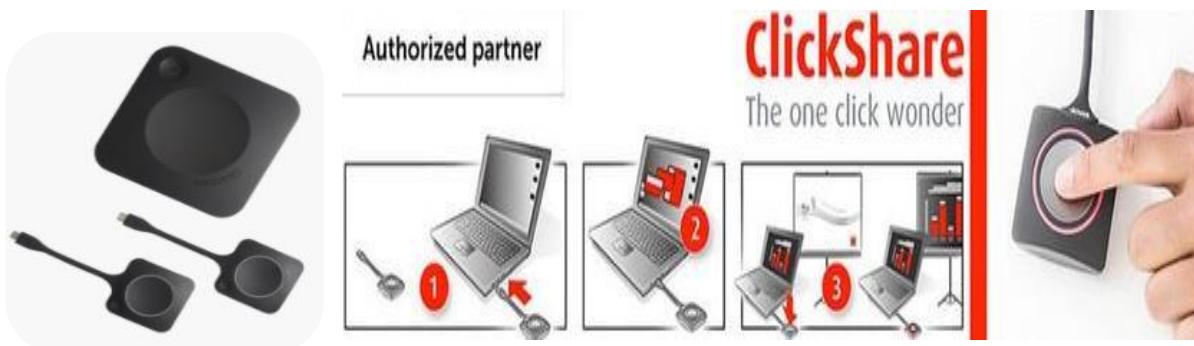


Figure 9. Dongle Miracast

### ■ La solution audio intégrée : ES1 Ceiling Audio

Afin de respecter les besoins de discrétion, d'évolutivité et de modularité, la solution qui a été retenu est une solution innovante intégrée dans des dalles de faux plafond pour la diffusion audio dans les espaces de conférence et réunion.

Il s'agit d'un système audio de plafond tout-en-un comprenant des microphones intégrés au plafond, des haut-parleurs, un système d'amplification et un processeur de contrôle). Il est proposé par Bose et utilise la technologie TeamConnect Ceiling 2 de Sennheiser. Il est également possible de désigner des zones prioritaires pour mettre en avant une zone particulière et se concentrer sur le discours de l'orateur. Des zones d'exclusions sont désignables ainsi que des niveaux de réduction de bruits afin de filtrer les sources de bruits indésirables comme on peut le voir dans la figure ci-dessous



Figure 10. Solution ES1 audio intégrée

Sur la figure 11 on peut observer le schéma d'architecture du système d'information que j'ai réalisé afin de mieux définir le fonctionnement global inter-système du pavillon. J'ai envisagé qu'un système d'Hypervision sous forme de software de gestion serait mis en place afin d'avoir une surveillance centrale de tout le système d'information. Ce système de monitoring pourrait aussi prendre la forme d'un site Web pour avoir un accès à distance et pouvoir afficher des données clés sans avoir accès au bâtiment. On centraliserait les outils de supervision des différentes infrastructures dans une seule application pour avoir une vue d'ensemble de l'état du bâtiment. On pourrait par exemple, afficher les connexions réseau et voir le nombre de pc connecté, il serait alors possible d'attribuer ou révoquer des droits d'accès depuis l'application Web. On pourrait également afficher l'état des salles (occupées, libres) via des données en provenance du site de réservation, remonter des données des systèmes de supervision des capteurs IoT et afficher des tableaux de bord, la gestion du système de surveillance, l'état des écrans d'affichage etc.

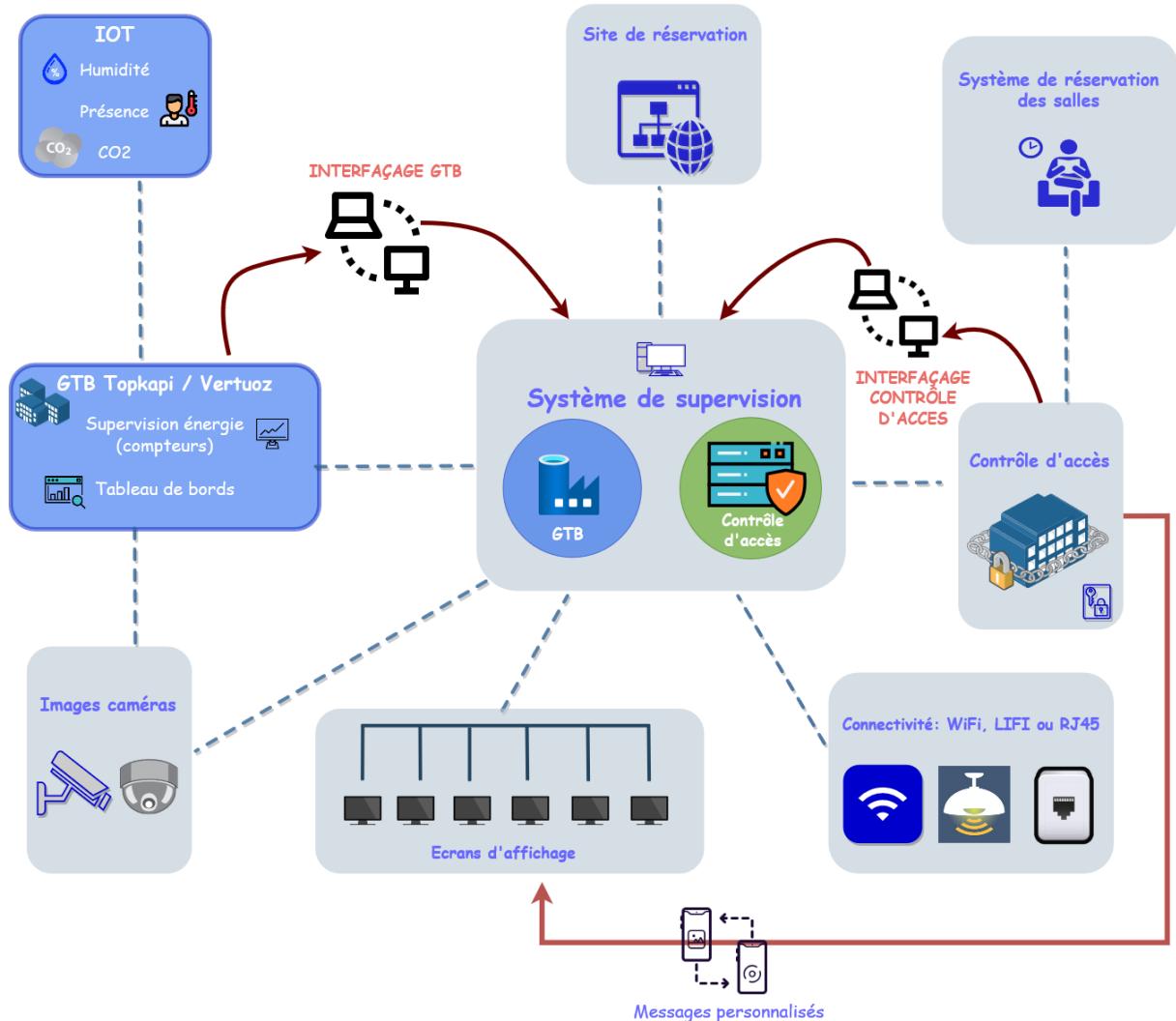


Figure 11. Schéma du système d'information

j'ai alors défini la stratégie du système de contrôle d'accès en explicitant le fonctionnement lorsqu'un collaborateur demande l'accès au à un certain espace du bâtiment j'ai envisagé un système administré selon les profils de l'utilisateur comme on peut le voir dans la figure 12 :

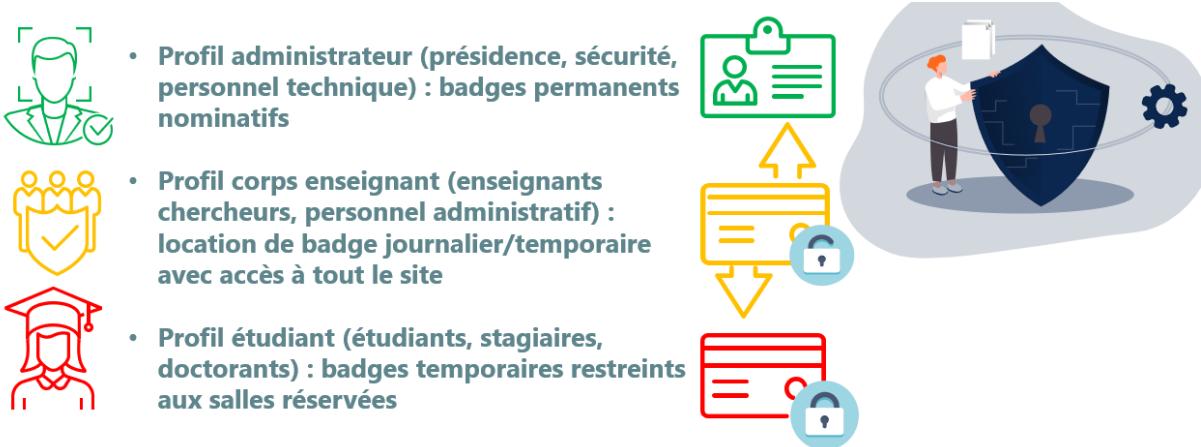


Figure 12. Schéma des différents profils d'utilisateur.

Il était essentiel d'identifier les différents types de membres, effectivement, selon son profil l'utilisateur n'aura pas les mêmes accès ni les mêmes priorités.

Pour permettre la location à distance des salles j'ai opté pour une application de réservation des salles, à l'aide d'une interface web permettant de de réserver les salles par plage horaire. Le système de réservation peut être interfacé avec le système de contrôle d'accès, et donc être entièrement à part, ou bien intégré directement dans l'écosystème applicatif du système de contrôle d'accès, la figure 13 reflète le fonctionnement du site de réservation :

## Système de réservation des salles



Figure 13. Process du site web de réservation des salles à distance.

Ainsi, les utilisateurs extérieurs pourraient avoir un accès au pavillon Panhard via une procédure expliquée dans le schéma de la figure 14 :

## Fonctionnement pour les utilisateurs externes

- Location possible des espaces par des sociétés privées et des particuliers
- Accès au site similaire que le profil étudiant : badges temporaires restreints aux salles réservées
- Système de location intégré dans le site de réservation



### Fonctionnement :



egis Seine et Yvelines Numérique

Figure 14. Fonctionnement pour les visiteurs externes

En outre des équipements de présentation visuels et audio, les salles seraient elles aussi équipées de différents capteurs, ainsi que de serrures électroniques intégrées dans les portes pour le fonctionnement du système de contrôle d'accès.

## Supervision IoT



- Salles équipées de capteurs de présence
- Salles équipées de capteurs de CO<sub>2</sub>
- Gestion des données par Cloud (SaaS)

## Accès aux salles par badge



- Salles équipées de serrures électroniques
- Salles équipées de tablettes pour la réservation sur place/voir le statut des salles etc.

egis Seine et Yvelines Numérique

Figure 15. Les équipements de la salle

La mise en place de nouveaux capteurs IoT nécessite un traitement des données dédié.

Le système d'Hypervision centralisant les outils de supervision intégrera la gestion des nouveaux capteurs communiquant envisagés ainsi que la gestion des capteurs déjà existants.

Pour assurer la gestion de ces 2 types de capteur j'ai choisi d'utiliser 2 outils de supervision :

- La solution Topkapi pour les capteurs déjà présents et les compteurs d'énergie
- La solution VertuoZ pour les nouveaux capteurs IoT.

La solution Topkapi, est un système de gestion technique du bâtiment (GTB) déployé par AREAL, un éditeur de logiciel. Cette plateforme de supervision utilise le protocole BACnetIP, il s'agit d'un logiciel ouvert du type SCADA (acquisition, historisation et présentation des données). Il permet de superviser le chauffage, l'éclairage, la ventilation et le comptage. Il inclut un tableau de bord pour la visualisation des données et possède un système d'alarme avec définition des seuils critiques à ne pas dépasser.

La solution VertuoZ est proposée par ENGIE COFELY. VertuoZ garantit la collecte, le transport, le traitement et la diffusion des données afin de les restituer sous forme de service. Cette solution propose aussi son propre tableau de bord et une interface de gestion des données dédiée, cette solution est propice à des capteurs IoT, notamment car elle permet de fixer des objectifs de consommation à tenir et le suivi en temps réel de ces objectifs.

L'interfaçage entre ces 2 solutions ne nécessite pas de lourd développement informatique, en effet on pourrait utiliser des serveurs de données sous forme de webservice dédié (type API REST au format Json, en utilisant le protocole https.) afin de communiquer en lecture et en écriture les données entre les deux applications.

## Système de supervision



- Solution Topkapi pour les capteurs déjà présents et les compteurs d'énergie**



- Tableau de bord pour la gestion des données**

- Solution VertuoZ pour les nouveaux objets connectés (capteur de présence et CO2)**

- Tableau de bord pour la gestion des données ainsi que l'extension Ecoboard pour l'affichage dynamique**



Figure 16. Fonctionnement des 2 solutions

Pour finir, afin de répondre au cahier des charges du client, notamment en termes de budget, et dans l'optique de déterminer le panel des solutions envisageables en fonction du coût, nous avons fourni une estimation budgétaire détaillée permettant ainsi au client de faire un choix éclairé et répondant au mieux à ses besoin tout en respectant ses contraintes budgétaires.

		PU	RDC	R+1	R+2	R+3	Total RDC	Total R+1	Total R+2	Total R+3
équipement accueil	borne accueil	4 000,00 €	1				4 000 €	- €	- €	- €
	écran	500,00 €	1	1	1	1	500 €	500 €	500 €	500 €
Projection	écran Samsung + cadre	1 650,00 €	4				6 600 €	- €	- €	- €
	écran caché meuble	5 000,00 €		2			- €	10 000 €	- €	- €
	écran caché mur	5 000,00 €		1	1		- €	5 000 €	5 000 €	- €
	vidéoprojecteur intelligent+tableau blanc	3 400,00 €			3		- €	- €	10 200 €	- €
	système téléconférence	1 500,00 €		1	3	3	- €	1 500 €	4 500 €	4 500 €
	projection sans fil [Barco]	2 400,00 €		2	3	3		4 800 €	7 200 €	
	écran classique	900,00 €		1			- €	900 €	- €	- €
Son	Dalle micro plafond + enceintes+processeur de contrôle + système amplification +logiciel spécifique (BOSE OS1 ceiling audio)	8 400,00 €	1	1	1		8 400 €	8 400 €	8 400 €	- €
Contrôle d'accès	lecteur de badge	400,00 €	3	3	4	4	1 200 €	1 200 €	1 600 €	1 600 €
	automate contrôle d'accès	1 500,00 €	1				1 500 €			
	écran affichage occupation salle	500,00 €		1	3	3	- €	500 €	1 500 €	1 500 €
Connectivité	Borne WIFI	100,00 €	3	3	3	3	300 €	300 €	300 €	300 €
	RJ45									
Objets connectés filaires	CO2	500,00 €	3	3			1 500 €	1 500 €	- €	- €
	Capteur présence	300,00 €	3	3			900 €	900 €	- €	- €
TOTALS EQUIPEMENTS							24 900 €	35 500 €	39 200 €	8 400 €
Système de supervision bâtiment										50 000 €
Système contrôle d'accès bâtiment										30 000 €
TOTAL										188 000 €

Figure 17. Devis estimatif de la solution proposée

#### 1.4.5. Critères de choix des solutions

Les critères de choix ont été retenus à la suite des différents ateliers réalisés avec les parties prenantes et aux benchmark réalisés.

Il était donc impérieux que les solutions puissent s'intégrer tout en respectant l'aspect historique des lieux.

Elles devaient permettre de tenir des réunions, des expositions, des soutenances de thèses, des conférences etc. en tenant compte des critères détaillés ci-dessous :

- Les solutions devaient être innovantes et évolutives pour une utilisation mixte de l'espace (espace Coworking, salles de réunions, salle du conseil de l'administration de l'université etc.)
- Rendre l'espace modulable (à l'aide d'outil informatique)
- Les espaces seront utilisés par plusieurs types d'utilisateurs : des tiers, entités externes, des utilisateurs interne à l'UVSQ.

L'un des critères majeurs à tenir en compte pour les solutions proposées est celui de la sécurité, il faut que les solutions proposées respectent un niveau de sécurité minimum ne

remettant pas en cause la sécurité de l’UVSQ. C'est pourquoi j'ai dû écarter plusieurs solutions notamment les solutions liées au contrôle d'accès. Dans un premier temps j'avais envisagé de pouvoir déverrouiller les portes avec son smartphone en utilisant les technologies de communication BLE (Bluetooth Low Energy), NFC (Near-Field communication) ou bien avec un QR code cependant la DSI l'a déconseillé à cause des problèmes de sécurités inhérents aux communications sans fil. De plus, ces solutions sont moins fiables, si l'on utilise un smartphone avec une application qui émet par BLE les données d'identification au lecteur, si l'un des deux a des problèmes de d'émission ou réception on peut se retrouver bloqué sans un quelconque moyen d'accès. De plus cela impliquerait une contrainte supplémentaire de mise en place d'une solution alternative dans le cas où le système ne fonctionnerait pas au moment voulu et/ou si les moyens d'accès de l'usager ne sont pas en état de fonctionnement.

Il va de même pour la communication avec le système de supervision des caméras de vidéosurveillance : elle doit être isolée afin de pouvoir réaliser un interfaçage et doit être sécurisée afin de répondre aux normes de sécurité. Dans un cadre général, il s'agira avant tout de requêtes pour demander l'accès puis l'envoi des données demandées afin de privilégier les messages entrants plutôt que sortants des serveurs du système de vidéosurveillance.

Un autre paramètre important à tenir compte concerne la compatibilité logicielle, il fallait s'assurer que les solutions de vidéoconférence identifiées soient compatibles avec l'écosystème logiciel de l'université : ce qui signifie une compatibilité avec les applications ZOOM, Skype for Business et Microsoft Teams. De plus, il était nécessaire de garantir une comptabilité matérielle : les équipements de conférence proposés sont du type « Bring your own device », c'est-à-dire que les utilisateurs peuvent s'y connecter avec n'importe quel appareil : smartphone/pc portable/tablette.

J'ai dû abandonner la mise en place de la solution LiFi à cause de ce critère, en effet cette solution nécessite une compatibilité des équipements émetteurs et récepteurs, il s'agit d'une technologie difficilement exploitable car on ne peut pas assurer que tous les PC peuvent communiquer en LiFi. Le seul intérêt possible aurait été d'un point de vue démonstratif pour mettre en valeur le site et faire une démonstration technique d'une solution innovante.

D'autres contraintes de maintenance et d'accessibilité des solutions m'ont obligé à abandonner certaines solutions trop encombrantes.

#### **1.4.6. *Démarche***

On a mené cette étude en binôme avec George Caraïman, chef de projet Smart City. Nous nous sommes repartis les tâches de la manière suivante : George pilotait les ateliers tandis que je réalisais les supports de réunion et les comptes rendus.

Pour la partie livrable, j'étais en entière autonomie : j'ai dû réaliser les benchmarks pour identifier les meilleures technologies susceptibles de répondre aux enjeux, j'ai pris en charge les demandes de devis aux fournisseurs, j'ai défini la stratégie concernant la gestion des données, j'ai fait les propositions d'architecture du système d'information adaptée aux besoins et compatible avec l'infrastructure déjà en place.

Nous avions une réunion hebdomadaire pour échanger sur l'état d'avancement du projet et organiser les étapes à venir en termes de livrables et de communication avec le client. Notre collaboration impliquait par ailleurs qu'avant toute communication officielle avec le client, mes rendus soient relus par George pour validation.

J'ai pris l'initiative d'utiliser l'outil HomeByMe, une application Web d'architecture pour réaliser des plans 3D et 2D libre d'accès. Cet outil était nécessaire car les contraintes du bâtiment que nous avions visité ne correspondaient pas à celle du bâtiment rénové. Effectivement, en observant les plans projetés j'ai remarqué la modification de nombreuses fenêtres, portes, murs etc.

J'ai donc modélisé le bâtiment en 3D sur 4 étages en reprenant les plans projetés et en respectant les cotes. Grâce à cet outil, nous avons pu avoir une visibilité sur les contraintes à venir en ce qui concerne la modularité de l'espace choisi et nous avons pu présenter au client de façon tangible les solutions choisies, lui permettant ainsi d'avoir une vision claire sur le rendu final des solutions choisies comme on peut le voir sur la figure 18.

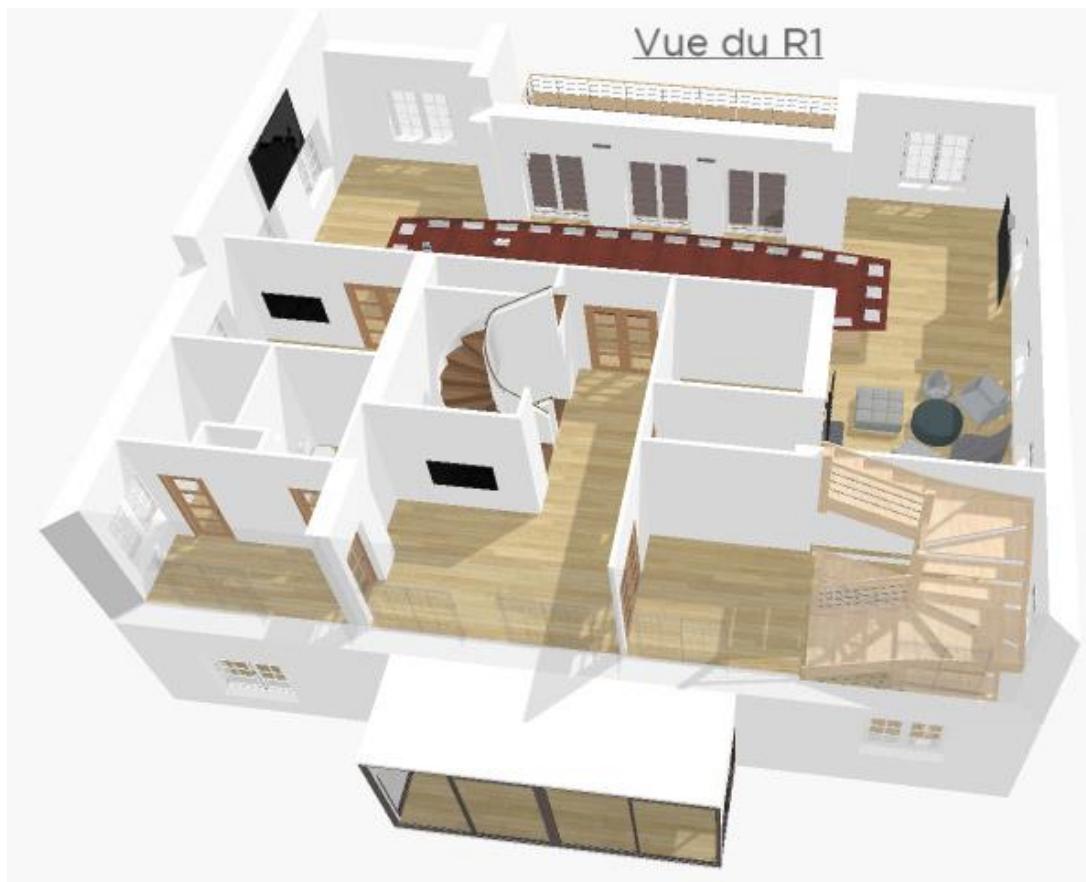


Figure 18. Plan 3d du premier étage

Par ailleurs, j'ai à nouveau utilisé l'extension PowerUser pour améliorer la qualité des présentations sur PowerPoint.

Pour réaliser l'estimation financière j'ai travaillé avec George en utilisant Excel. Nous avons fait une moyenne à partir des devis des différents fournisseurs. Cependant, au vu des contraintes en termes de délais il ne nous pas été possible de réaliser une analyse financière du coût de la maintenance des solutions choisies, ce qui bien évidemment aurait aussi un impact certain sur le choix du client.

#### ***1.4.7. Résultat et conclusion***

Nous avons pu livrer le rapport d'étude dans les délais impartis. Notre mission d'assistance technique pour la définition de la stratégie et du fonctionnement numérique du bâtiment a été menée à bien. Nous avons fourni une assistance pour l'identification et le dimensionnement des meilleures technologies susceptibles de répondre aux besoins.

Lors d'un dernier atelier de restitution de l'étude nous avons présenté notre livrable.

Nous avons reçu les félicitations de la part de SYN et de l'UVSQ pour la qualité de nos livrables et pour avoir répondu parfaitement aux attentes. Notre étude a été transmise au directeur de l'université et présenté durant le Conseil d'administration. S'il est validé, l'UVSQ nous a confirmé la volonté de se servir de ce document comme d'un référentiel pour le suivi de chantier des futurs travaux et de retravailler avec nous pour le suivi du déploiement technique.

Le fait de mener ce projet en quasi-autonomie a été très formateur pour moi. Cependant les délais impartis d'une part par George et d'autre part par le client ont représenté, pour moi, un défi de taille et ont généré un sentiment de frustration car le travail fourni, n'était pas assez complet à mon sens, dans une volonté de recherche de l'excellence. Par exemple, il ne m'a pas été possible de faire un état de l'art des différentes solutions envisagées.

Par ailleurs, en termes d'outils informatiques pour la mise en place du projet et sa démonstration, il semblerait qu'AutoCAD soit plus complet, par rapport à HomeByMe. Cependant cet outil nécessite une licence payante et une installation sur son ordinateur, ce qui induit une demande à la DSI. De plus, il est beaucoup moins accessible.

Le caractère innovant des solutions envisagées peut aussi être mis en cause. En effet plusieurs solutions proposées existent depuis plusieurs décennies, tels que par exemple les systèmes d'ascenseur sur rail pour les téléviseurs, entre autres.

## 1.5. Projet d'AMO IoT pour la Métropole de Toulouse

### 1.5.2. Introduction

Dans cette mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage technique sur le déploiement IoT pour la Métropole de Toulouse, plus précisément la Direction Numérique (DN), j'ai assisté Mr. George Caraiman, chef de projet Smart City, pour mettre en œuvre un modèle économique et technique de l'internet des objets connectés (IoT).

Cette prestation a démarré en 2019, et a été divisée en 4 phases :

- Phase 1 : état des lieux sur l'IoT
- Phase 2 : état des lieux de l'IoT sur la collectivité
- Phase 3 : stratégie de mise en place de l'IoT au sein de la Métropole
- Phase 4 : étude de la mise en place et le suivi d'expérimentation

Nous sommes intervenus lors de la Phase 4, il s'agit d'encadrer et analyser les expérimentations IoT sur la métropole, avec des cas d'usage réels. Pour cela, il a fallu déterminer des objectifs clairs en termes de suivi et retours.

### 1.5.3. FORMALISATION DU CONTEXTE/PROBLEMES

Actuellement, deux expérimentations IoT sont en cours sur la Métropole de Toulouse, cette mission se divise donc en 2 parties :

- L'analyse de l'expérimentation Sigfox
- Le suivi d'expérimentation du projet d'éclairage public

L'expérimentation Sigfox est en cours depuis un an sur l'observatoire environnemental urbain qui utilise une solution communiquant avec un réseau bas débit : Sigfox.

Notre objectif était de faire une rétro-ingénierie avec la réalisation d'atelier avec les acteurs principaux : la direction de l'Environnement et l'équipe IADATA afin de déterminer le fonctionnement et la méthode de mise en place de la solution, décrire cette solution, déterminer son coût et la charge intrinsèque afin de faire des recommandations.

La deuxième expérimentation était le projet d'éclairage public intelligent, il fallait mener à bien les essais et cadrer les expérimentations LoRaWAN engagées (sur les Gateways et les objets communicants). Il s'agit d'établir la communication entre un objet IoT, ici, il s'agit d'un lampadaire public équipé d'un capteur KARA de la marque Kawantech, et un serveur applicatif.

J'ai réalisé un schéma présentant les différentes fonctionnalités du capteur, voir figure 20.



Figure 19. Les fonctionnalités du capteur Kara

La métropole compte déjà 60 capteurs Kawantech installés qui communiquent par radio avec la Gateway en utilisant le protocole de télécommunication LoRaWAN.

#### 1.5.4. Solutions Apportées

Le schéma figure 21, ci-dessous, résume les différents Proof of concept (POC) nécessaire pour la validation de l'expérimentation LoRa.

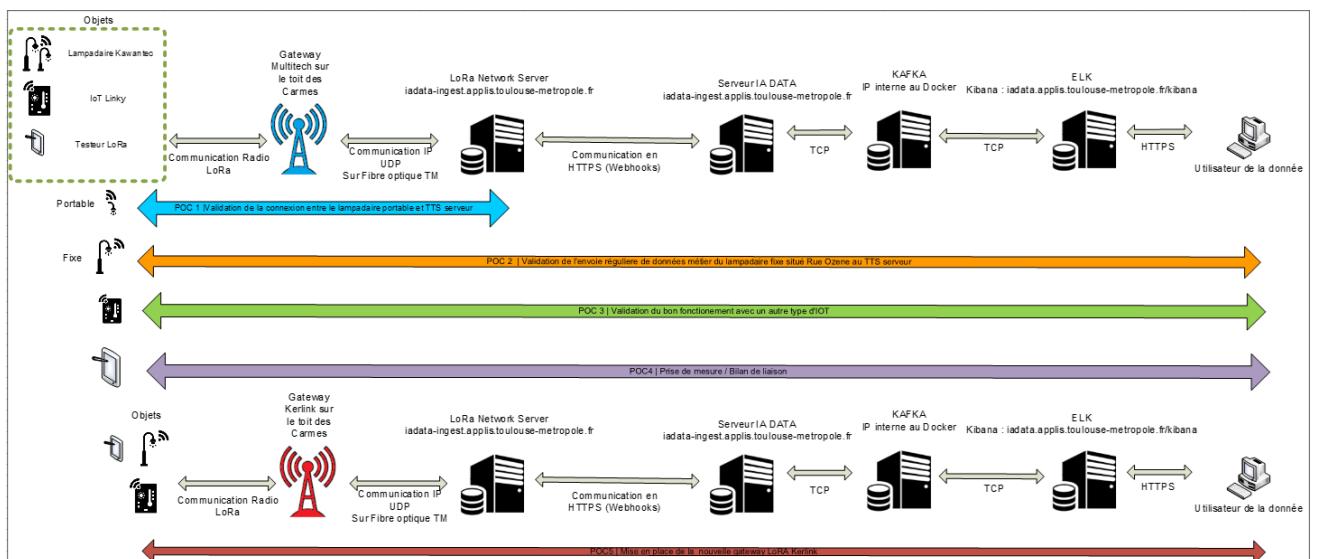


Figure 20. schéma de validation de l'expérimentation

La validation de l'expérimentation LoRa est divisée en 5 POC :

- POC 1 : Validation de la connexion entre le lampadaire portable et le serveur TTS

- POC 2 : Validation de l'envoi régulier de données sur une semaine des lampadaires fixe
- POC 3 : Validation du bon fonctionnement avec un autre type d'IoT.
- POC 4 : Prise de mesure pour s'assurer de la portée et de la qualité du signal de la Gateway
- POC 5 : Test avec une Gateway d'une autre marque

Le premier POC 1 consistait à utiliser un lampadaire mobile, sans mat, afin de pouvoir le transporter au plus près de la Gateway. Il s'agissait donc de valider dans un premier temps la bonne communication entre l'IoT et la Gateway. En effet, le reste de la chaîne Serveur TTS-Serveur IADATA-PC utilisateur a déjà été validé.

Cependant, dans le cadre des essais du POC 1 afin de valider la connexion entre le lampadaire portable et la Gateway LoRa une erreur s'est produite. En effet, pour valider la connexion il faut vérifier le bon envoi d'un paquet de connexion sur le serveur LoRaWAN The Things Stack (TTS). Or, le paquet de connexion est bien envoyé par le lampadaire mobile mais la connexion ne peut pas être établie. Après configuration du TTS serveur avec les paramètres adéquats, il subsiste un problème de connexion : un échec du Join Request pour établir la communication.

J'ai donc dû établir un document d'analyse technique pour déterminer l'origine du problème.

Pour cela, j'ai d'abord fait une analyse documentaire du fonctionnement de l'établissement de connexion, puis j'ai identifié le problème afin de dégager des pistes de résolutions.

J'ai d'abord dû me documenter sur le principe de fonctionnement : Le end device veut rejoindre la Gateway avant de pouvoir transmettre des données sécurisées du capteur. Pour cela il envoie un Join Request contenant son DevEUI, JoinEUI, Random Nonce et le MIC calculé en amont avec la Key partagée (AppKEy) seulement entre le capteur et le join server, permettant d'initier la session LoRaWAN. A la réception de la requête, la Gateway transmet le contenu des paquets au Join Server local pour vérification mais invalide cependant la requête dû à un MIC mismatch.

Le DevEUI permet d'identifier le capteur entrant tandis que le MIC (Message Integrity Check) permet d'authentifier les communications et cela en générant les mêmes MIC en utilisant le paquet avec le AppKey. Si le MIC généré match le MIC reçu dans le paquet alors le Join Request est accepté. Or, ici, ce n'est pas le cas.

► Pour précision, les Failed Join Request ne sont pas sauvegardés dans la database.

J'ai ensuite identifié le type de problème : y a un **problème de MIC mismatch** (Message Integrity Check) lors du Join Request, ce qui signifie qu'il y a eu une mauvaise correspondance

des Keys entre le Join Server et le end device (ici le lampadaire mobile). En effet, le serveur local compare le Join EUI et le NetworkID setting en vérifiant si cela correspond bien avec le NetworkKey. Ici, cette partie est respectée, c'est ensuite, lorsque le serveur essaye d'authentifier la communication qu'intervient une erreur de mismatch. Le mismatch intervient au niveau du serveur local, alors le paquet est reconduit vers un Cloud serveur pour procéder au même checking. Ici il est rejeté à nouveau.

En général, lorsque lorsqu'une erreur de MIC mismatch intervient, cela est dû au fait que le EUI du capteur est dans le key store mais le capteur IoT n'a pas le bon AppKey. Cela peut être aussi dû au fait qu'un capteur étranger essaye d'accéder au LoRa Network en utilisant un DevEUI usurpé.

Finalement, après avoir identifié le type de problème, j'ai proposé plusieurs pistes de résolution :

- Vérifier que des stratégies ont été créées pour éviter que d'autres capteurs parasites hors réseaux se connectent à la Gateway et si ce n'est pas le cas : créer les stratégies et les filtres associées d'EUI.
- Délayer la tentative de connexion, en réaliser plusieurs à des intervalles de temps différents.
- S'assurer de la validité de l'AppKey
- Essayer avec différents plans de fréquences pour EU (même si, à priori, ce n'est pas à ce niveau d'où pourrait venir le problème, la Join Request ayant bien été reçue par la Gateway, les problèmes d'ordre fréquentiel interviennent soit avant soit après.)
  - ▶ Vérifier, si cela ne marche pas, avec d'autres sous bandes de fréquence
- Augmenter le délai Class B/C Timeout selon la configuration des objets pour permettre d'obtenir plus de temps pour répondre aux différentes MAC Request.
- Vérifier le délai de la fenêtre de la Join Request (environ 5sec). Les valeurs doivent être les mêmes des 2 côtés, on peut les vérifier en utilisant la commande AT+JD, elle est configurée dans la page des Network Settings.
- Vérifier les NetworkId/NetworkKey Local Network Settings :
  - 1. AT+NI (utiliser les commandes de raccourcis)
  - 2. AT+NK
  - 3. LoRaWAN > Key Management
- Vérifier les DevEUI/AppKey Local Keys :
  - 1. AT+DI
  - 2. AT+NK
  - 3. LoRaWAN > Key Management
- Vérifier la version MAC de l'objet IOT et que celle-ci corresponde à celle de la Gateway (LoRaWAN 1.0.x vs LoRaWAN 1.1.x)
- Confirmer dans le LoRaWAN Network Server Configuration que le Network mode est le LoRaWAN Private et pas le MTS Private (Multitech's proprietary LoRa network)
- Si le problème persiste : reconfigurer les Keys et tester avec de nouveaux paramètres.

Le problème a été réglé en mettant à jour les capteurs KARA.

J'ai par ailleurs eu la possibilité de participer aux missions de pilotage de l'expérimentation pour les autres POC mais seulement en tant qu'observateur.

Pour l'expérimentation Sigfox, on a mené un atelier avec la Direction Numérique et le doctorant chargé de ce projet, représentant la direction de l'Environnement.

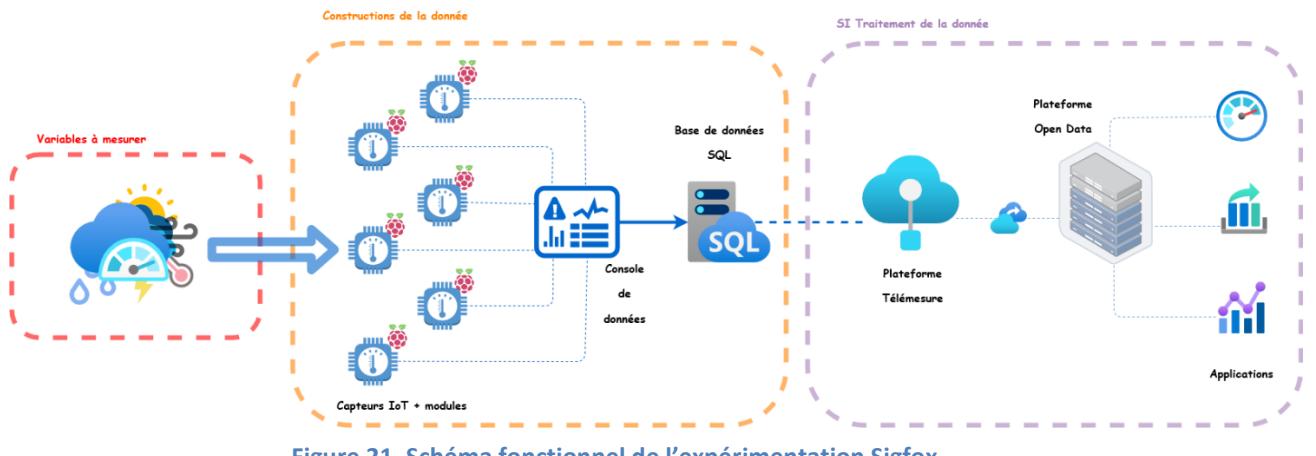
Cette expérience est réalisée dans le cadre des travaux de recherche liés à l'analyse des îlots de chaleurs urbains (ICU) sur la métropole de Toulouse. J'ai rédigé un document technique synthétisant les échanges lors de cet atelier.

J'ai ainsi pu dégager trois axes d'analyse :

- L'analyse de l'existant (partie réalisée par George)
- Le descriptif de la solution en place
- Le bilan et les recommandations

Ces axes ont permis d'extraire de cette étude un modèle technique et économique pour la Métropole de Toulouse.

J'ai alors réalisé le schéma fonctionnel pour décrire la solution en place.



Le livrable final, présentant une analyse technique et économique de l'expérimentation en vue d'une industrialisation est disponible dans l'Annexe 9 : livrable du rapport d'analyse pour l'expérimentation Sigfox.

### 1.5.5. Démarche

Nous avons mené cette étude en binôme avec Mr. George Caraiman, chef de projet Smart City. On s'est reparti les tâches de cette manière : George pilotait les ateliers tandis que je réalisais les supports de réunion et les comptes rendus.

En ce qui concerne la partie livrable de l'expérimentation Sigfox, j'avais une grande part d'autonomie : j'ai dû synthétiser les échanges lors de l'atelier avec le doctorant en charge de l'expérimentation.

Nous avons programmé une réunion hebdomadaire pour pouvoir faire le point sur les différentes étapes de la réalisation du projet, cela nous permettait par ailleurs de nous concerter et de mieux organiser notre charge de travail. Il m'a été demandé par George de prendre de l'avance sur les délais impartis par le client pour pouvoir lui soumettre mes travaux en relecture. Suivant les conseils du chef de projet, j'ai effectué plusieurs changements en ce qui concernait la forme des documents pour qu'ils puissent correspondre à la consigne donnée par la métropole de Toulouse.

Par ailleurs, voyant l'efficacité et le rendu sur PowerPoint de l'extension Power User, je l'ai adoptée de manière systématique pour les livrables de ce projet, nous permettant ainsi d'avoir des présentations plus visuelles et sortant de l'ordinaire, cet outil permet de mieux structurer les livrables, ce qui a pour effet de mettre en avant les idées principales et de mieux organiser son propos.

En conclusion, ce projet nous a permis d'extraire des données techniques et économiques, qui peuvent mener à une industrialisation des solutions IoT mises en place par la Métropole de Toulouse.

## 1.6. Projet Total Energies

### 1.6.1. Introduction

Total Marketing France (TMF) développe ses activités autour de la mobilité électrique et déploie des solutions complètes de bornes de recharge auprès de ses clients B2B et collectivités : conception, fourniture et installation, solutions digitales et monétique en phase projet.

Le département Opérations Nouvelles Energies prend en charge les déploiements techniques et l'exploitation des IRVE. Il s'appuie sur un réseau de 9 Installateurs sous contrat disposant d'électriciens qualifiés IRVE et répartis sur le territoire français.

TMF a lancé dernièrement des offres packagées auprès de ses clients B2B avec des tarifs forfaitaires, couvrant l'équipement en bornes de recharge sur le site de l'entreprise ou au domicile de ses salariés disposant d'un véhicule de fonction. Les offres sont commercialisées par la force de vente Total Mobility, composée de Chefs de Secteur répartis entre les Ventes Nationales et les Ventes Locales. Ces offres sont également commercialisées par les forces de vente d'autres Business Units (comme par exemple TLSA - Total Lubrifiants Services Automobiles, auprès de concessionnaires et agents automobiles).

Les forces de vente nécessitent un support réactif et industrialisé des équipes techniques dans la phase avant-vente.

C'est dans cette mission que j'interviens en complète autonomie, notamment pour les fonctions de : récupération et compilation des données nécessaires à la qualification du besoin et de son éligibilité aux forfaits, de dimensionnement électrique de l'installation, de conseil auprès du client pour affiner son besoin et répondre à ses questions, de chiffrage de l'installation, de contrôle du devis de l'installateur, la transmission du devis finalisé au client et le suivi de mise en service après installation.

La prestation visée est placée sous le pilotage du chef de service Déploiement Mobilité Electrique (DPME).

### 1.6.2. Formalisation du problème

Le département Opérations Nouvelles Energies (ONE) a souhaité renforcer sa capacité opérationnelle pour délivrer aux équipes commerciales, dans des délais courts et maîtrisés, le chiffrage d'installations de bornes de recharge et des services associés, pour les besoins inférieurs ou égaux à 3 bornes de recharge par site (cas dit simples). Pour cela elle a créé une cellule de conseil technique composé d'un prestataire externe et moi.

Il s'agit de désengorger le flux de demande entrant pour l'équipe ONE mais aussi de consolider l'établissement d'un process de fonctionnement générique.

Notre rôle est essentiel : le département ONE n'a pas les ressources suffisantes en interne pour traiter le nombre croissant de demande et ne parvient pas à définir un process uniforme. Ainsi, il existe plusieurs process coexistant, par exemple lorsque l'équipe commerciale transmet les informations clients nécessaires à l'équipe technique, elle les diffuse par le biais de différents formats, jusqu'à 3 différents :

- Par mail.
- Par fichier Excel.
- Par fichier PDF.
- Par des formulaires web ou des formulaires Google Forms

Ce qui complexifie l'extraction des données par l'équipe technique qui, en interne, ne pratique pas le même process non plus.

L'objectif est donc de construire un process unique avec pour finalité l'industrialisation des étapes suivantes :

- Etude de faisabilité et de dimensionnement des bornes de recharge électrique.
- Chiffrage de l'installation.

### 1.6.3. Solutions apportées

Le département Opérations Nouvelles énergies existe depuis peu, un an seulement, ce qui implique qu'un travail conséquent doit être fourni en termes d'efficacité en ce qui concerne leurs processus qui pour le moment ne sont pas automatisés et ont encore une marge de manœuvre importante en ce qui concerne leur optimisation. Malgré le fait que cela puisse être considéré plutôt comme une contrainte de ne pas avoir un cadre bien défini, cela représente un défi intéressant pour moi et me permet d'apporter des solutions innovantes à ce projet.

C'est pourquoi, après ce constat, j'ai pris l'initiative de réaliser un schéma fonctionnel afin de mieux cerner le processus étape par étape de notre mission :

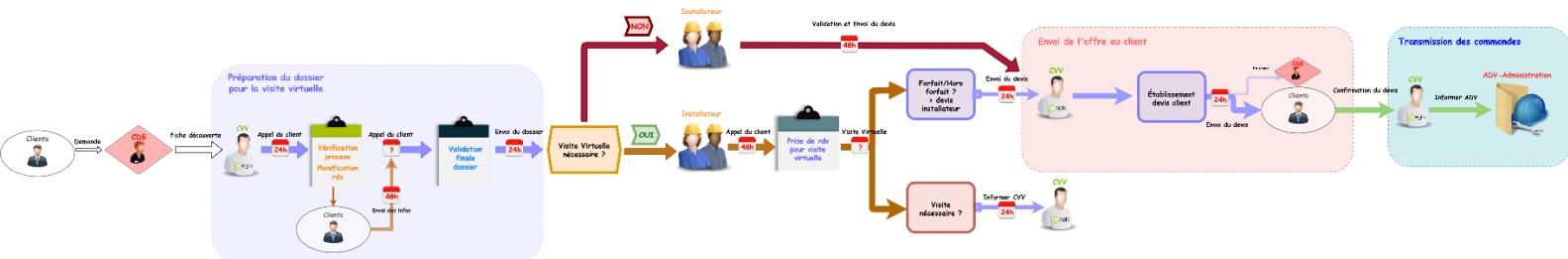


Figure 22. schéma fonctionnel de l'expérimentation Sigfox

Comme on peut observer sur le schéma au-dessus le process se décompose en plusieurs étapes :

1. Premièrement, après la réception de la fiche découverte (document comportant les informations de contact client), nous avons un temps imparti de 24 heures pour contacter le client afin de vérifier avec lui que la suite du process, expliquée en amont par les Chefs de Secteur, est bien claire pour lui. Nous lui demandons de nous fournir une série d'informations essentielles à la constitution du dossier et nous établissons un rendez-vous de vérification des informations envoyées par le client.
2. À cette étape, je dois m'assurer que l'offre ainsi constituée répond bien à tous les critères pour pouvoir la qualifier « packagée ».
3. Après cette phase d'analyse du dossier, on constitue alors le bordereau de prix unitaire correspondant aux tarifs forfaitaires et on l'envoie à l'installateur pour vérification.
4. Il peut alors décider d'effectuer une visite virtuelle, c'est-à-dire à distance et en visioconférence, avec le client s'il lui manque des éléments nécessaires à l'établissement du devis installateur, il doit alors nous le transmettre.
5. Cette étape consiste à étudier de devis installateur et le convertir en devis client afin de pouvoir remettre le devis final au client. Je dois alors transmettre l'information à l'Administration Des Ventes (ADV) en cas de confirmation du devis par le client.

À mon arrivée, j'ai d'abord reçu plusieurs formations (technique, commerciale, procédurale) à la suite desquelles j'ai analysé l'état de l'existant : les ingénieurs de déploiement en mobilité électrique du département ONE n'utilisent qu'Excel comme outil de suivi des dossiers, des actions et des délais, aucun outil d'automatisation des processus n'est mis en place. Ils saisissent toutes les données à la main et utilisent le calendrier Outlook pour lister leurs actions en cours et gérer les délais.

Fort de cette constatation, j'ai pris l'initiative d'automatiser certaines parties du process identifié et ce, avec pour objectif :

- La réduction de la charge de travail
- De minimiser les risques d'erreurs de saisis des données manuelles
- De diminuer le sentiment de surcharge
- De pouvoir faire resurgir des Key Performance Indicator (KPI), soit des indicateurs clés de performance, de manière automatique.

Pour mettre en place la meilleure stratégie d'automatisation, j'ai dans un premier temps, cherché à identifier les actions induisant une forme de répétition. Après cette identification, j'ai classé les éléments identifiés en différents groupes, en effet, il est nécessaire de

différencier les tâches répétitives entièrement machinales de celles qui requièrent une forme réflexion approfondie. Certaines tâches ne sont pas automatisables, par exemple, il n'est pas possible d'appliquer la logique combinatoire pour l'étude de l'infrastructure électrique client et déterminer la faisabilité de l'installation des bornes électriques. En effet, il nous faudrait comme données que des réponses clients par « Oui ou Non » à nos questions pour pouvoir les traduire en bit. Or, il nous faut toujours des images du lieu d'implantation pour répondre à certaines questions.

Par conséquent, j'ai défini les 2 étapes du process qui me semblent automatisables :

- La réception de la fiche découverte, l'extraction des données et le stockage dans notre base de données.
- La transformation du devis installateur en devis client.

Pour la première étape j'ai analysé les outils existants qui répondent de manière précise à mon besoin à savoir : pouvoir extraire les données à entrer dans mon système quel que soit le format (PDF, Mail, Excel, Formulaire) et les stocker de manière structurée et modulable.

J'ai d'abord pensé à utiliser Trello, même si l'outil est plus dédié au suivi d'actions, il permet de récupérer les données provenant de formulaires web (Google Forms, formulaires HTML, Typeform, etc.) et de les stocker.

Cependant, j'ai préféré étudier une autre piste : l'utilisation d'un CRM, c'est-à-dire un Customer Relationship Management. Il s'agit d'un outil dédié initialement à la gestion de la relation client. Les CRM sont des applications informatiques du type progiciel. Ils s'apparentent aux progiciels de gestion intégré (PGI ou ERP en anglais) qui permet la gestion des processus et des données d'une entreprise. Plutôt que de gérer la relation client, je souhaite transformer les fonctionnalités d'un CRM pour le convertir en une plateforme de gestion des données. L'avantage des CRM est qu'ils possèdent un tableau de bord pour analyser les données et des outils d'automatisation intégré.

J'ai donc réalisé un benchmark des différents CRM disponibles sur le marché, afin de sélectionner le CRM le plus approprié à nos besoins. Après une étude fonctionnelle et une présélection des CRM en fonction de : leur tarif, leur capacité de stockage, le type de CRM (CRM local avec installation, CRM basé sur le cloud et hébergé sur un site web), les fonctionnalités d'importation et exportation de données etc.

D'abord intéressé par un CRM non-propriétaire, et donc codé en Open Source afin d'avoir la main complète sur le code, cependant, j'ai dû mettre cette option de côté car l'interface utilisateur est beaucoup moins développée que les solutions propriétaires et surtout les solutions Open Source sont difficiles à prendre en main et à maintenir.

Finalement, après la configuration et une phase d'expérimentation de plusieurs CRM, j'ai porté mon choix sur deux solutions : Insightly et Hubspot avant de retenir définitivement Insightly, surtout car il permet une configuration beaucoup plus poussée.

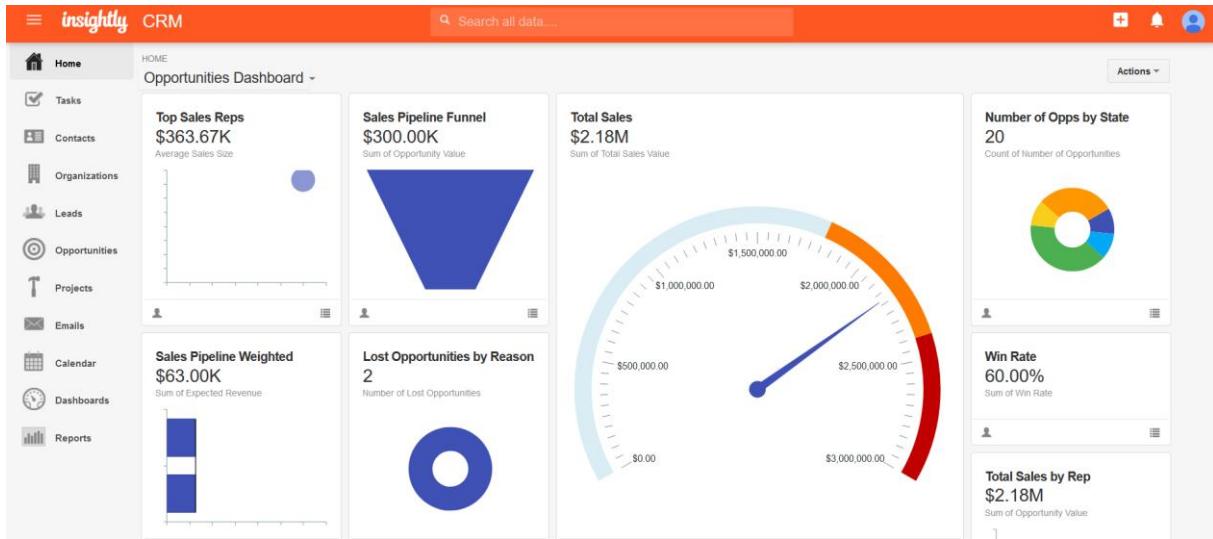


Figure 22. la vue tableau de bord d'Insightly

Pour automatiser l'extraction des données et solutionner le problème de format hétérogène j'ai imaginé comme solution l'utilisation d'un formulaire unique, que l'équipe commerciale remplirait, cela alimenterait alors mon CRM automatiquement sans avoir à extraire les donner d'un autre document et à les importer.

J'ai décidé de coder le formulaire par moi-même pour conserver le contrôle dessus, j'ai pour cela choisi de coder l'application formulaire en HTML et CSS (pour la mise en forme). Après le code de la solution il me suffit de l'envoyer à l'équipe commerciale qui doit enregistrer le code en local pour pouvoir l'utiliser. En effet, je voulais m'affranchir d'un site web pour ne pas avoir à payer des serveurs d'hébergement, j'avais besoin d'une solution fonctionnant en permanence aussi, c'est pourquoi la solution avec un code HTML local était la plus appropriée.

Figure 23. Formulaire pour les données entrantes codé en HTML et CSS

Les données entrées dans le formulaire sont redirigées sur le site du CRM automatiquement. Il ne reste plus qu'à mettre en place un système d'alarme pour notifier l'utilisateur du CRM de l'arrivée de nouvelles données. N'ayant pas trouvé de moyen d'envoyer un mail directement dans le programme HTML, j'ai décidé d'utiliser un API Web (Application Programming Interface) gratuit nommé Formspree (au format Json), il suffit de s'inscrire sur le site afin d'y indiquer l'adresse mail souhaité pour recevoir les notifications de réponse au formulaire et d'ensuite rajouter une ligne de code pour en utilisant la méthode http POST pour envoyer les données au serveur de l'API. Le navigateur va alors envoyer une requête POST à l'URL indiquée (ici celui de Formspree). Le contenu de cette requête va alors décrire les réponses dans les champs du formulaire et venir modifier les données du côté serveur on pourra alors paramétrier sur Formspree si l'on veut recevoir seulement une notification ou bien aussi le contenu de la réponse au formulaire.

Ainsi, j'ai automatisé la première partie : la réception, l'extraction et le stockage des données d'entrée. L'équipe commerciale n'a plus qu'à remplir le formulaire qui va automatiquement incrémenter le CRM qui sert de base de données et un mail notifie de chaque ajout.

Cependant, j'ai appris qu'un service dédié de Total Energies avait déjà entamé le développement d'un CRM interne : SalesForce CRM. Un autre service est aussi en train de développer et d'expérimenter un formulaire sous Google Forms entreprise. Néanmoins, ils ne peuvent pas automatiquement alimenter leur CRM en utilisant le formulaire sous Google Forms. Ces solutions déjà approuvées en interne vont bientôt se déployer et s'imposer.

Par conséquent, j'ai dû renoncer à utiliser la solution que j'ai développée, m'adapter afin de trouver une solution pouvant intégrer le CRM ainsi que le formulaire utilisé par Total Energies. C'est alors que j'ai décidé d'utiliser Trello. A terme, c'est le formulaire Google Forms qui devrait s'imposer. Il serait envoyé au client qui le remplirait et on pourrait ainsi exporter des feuilles de calculs via Google Sheets.

J'ai installé une extension pour Trello : CRMBLE permettant de convertir Trello en un pseudo CRM. En effet, cette extension permet d'améliorer les fonctions d'importation et exportation de données et surtout intègre Google Forms, permettant de transformer les formulaires remplis en des cartes sur Trello stocker les informations des clients.

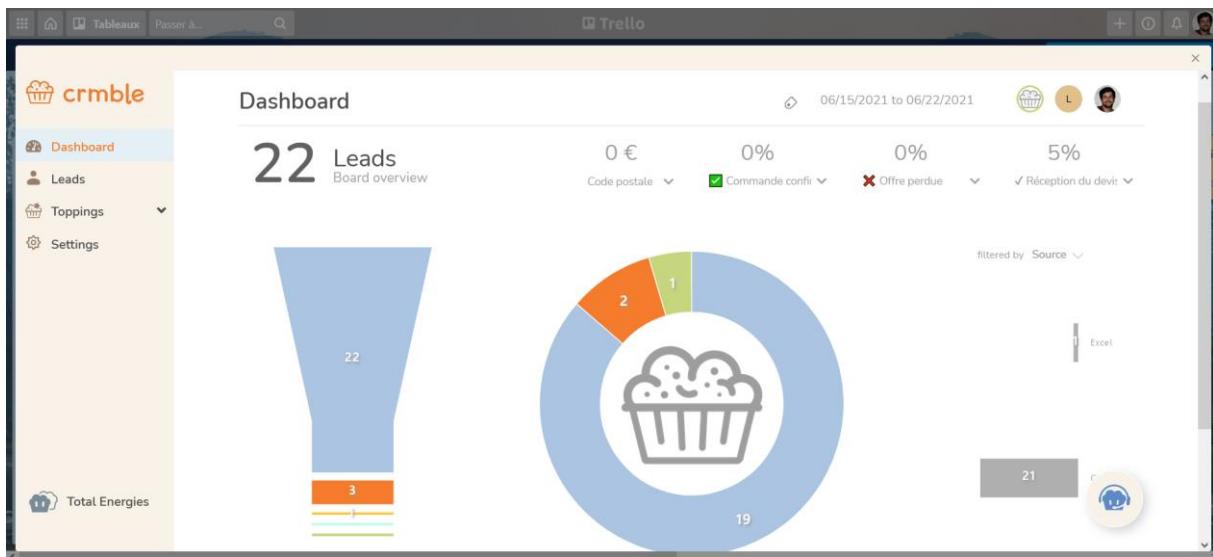


Figure 24. Intégration de CRMBLE dans Trello : vue du Tableau de bord

De plus, j'ai aussi installé l'extension pour Trello Automate.io, un service web permettant d'automatiser des actions en connectant des applications entre elles, il fonctionne avec le concept « When », « Then », c'est-à-dire, quand un évènement A se produit, alors une action B s'enclenche. Ce service permet par exemple, comme fonctionnalité : « Quand un nouveau formulaire est ajouté sur Trello, Alors envoyé les données du formulaire à SalesForce ». En utilisant Trello, on peut alors résoudre le problème de communication entre SalesForce et Google Forms.

L'autre étape automatisable est celle de la conversion du devis installateur en devis client. En effet, actuellement l'équipe technique de ONE vient récupérer les données manuellement du devis installateur au format Excel pour les copier dans le devis client aussi au format Excel.

Or, cette partie est facilement automatisable. J'ai fait le choix d'utiliser Visual Basic for Application (VBA), un langage dédié à la programmation de la suite Microsoft Office, il permet la réalisation de macro et de coder une Interface Homme Machine (IHM). Les installateurs utilisent une trame uniforme pour réaliser leurs devis sous Excel, ce qui facilite l'automatisation. Cette partie est toujours en phase de développement (voir Annexe 10 : code VBA utilisé pour une macro Excel).

#### 1.6.4. Critères de choix de la solution

Les contraintes de la société Total Energies ont été déterminantes dans le choix des solutions et représentent les critères de choix détaillés ci-dessous :

- Les solutions doivent être des solutions SAAS (Software As A Service) afin de pouvoir s'affranchir du process de la DSU (Direction du Système d'Information) très lourd et qui peut mettre jusqu'à un mois pour faire la moindre modification sur pc. En effet les logiciels Saas sont installés dans des serveurs distants et ne nécessite pas de demande de ticket à la DSU.

- Les solutions doivent être gratuites ou bien se décliner avec une version gratuite pour permettre aux autres membres de l'équipe de les expérimenter.
- Les espaces seront utilisés par plusieurs types d'utilisateurs : des tiers, entités externes, des utilisateurs interne à l'UVSQ.
- La Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) de l'entreprise.

L'un des critères majeurs à tenir en compte pour les solutions proposées est celui de la sécurité, lié à la RGPD, il faut que les solutions proposées respectent un niveau de sécurité minimum ne remettant pas en cause la sécurité de Total Energies, surtout en termes de données.

#### **1.6.5. Démarche**

Je mène cette étude seul du côté Egis, cependant je suis en binôme avec un prestataire externe, qui possède une longue expérience technique dans le suivi de chantier et dans l'établissement de devis. Nous attendons la fin de la formation et des explications du process, toujours en cours pour se répartir les tâches. Pour le moment je m'occupe seul de la mise en place de tous les outils de reporting et de pilotage de projet. En effet, TMF se charge d'une formation de mise en route pour accompagner notre prestation en nous procurant une documentation détaillée sur :

- Les offres packagées de TMF auprès de ses clients.
- Les bordereaux de prix et les forfaits d'installation contractualisés avec les Installateurs.
- Les éléments techniques des bornes de recharges.
- Les services associés aux IRVE chez TMF.
- La répartition géographique et fonctionnelle des Installateurs.

On est appelé la Cellule de Conseil Technique.

Nous bénéficions aussi de l'accompagnement des ingénieurs de l'équipe DPME afin de nous éclairer sur des éléments techniques avec l'installateur ou bien sur le bordereau de prix unitaire contractuel. Pour se faire, le DPME assure un roulement des jours de télétravail des membres de son équipe pour qu'il y ait toujours une personne quotidiennement sur place. Pour préciser, nous sommes à temps plein au siège de TMF à Nanterre.

Nous assistons à des réunions hebdomadaires de revue des activités et des KPI d'environ 1h. Nous sommes, par ailleurs, tenus d'utiliser un tableau de bord de suivi des qualifications et de des devis réalisés.

#### **1.6.6. Résultats**

J'ai pu terminer la mise en place de Trello avec le CRM intégré pour automatiser la première partie du process. J'ai entamé l'automatisation de l'autre partie sous VBA. La formation initiale est quasiment terminée. J'ai déjà traité 6 dossiers, dont deux analyses de devis installateur

ainsi que 3 ou 4 études de qualification et dimensionnement des infrastructures électriques des clients. Après présentation, l'extension pour Trello CRM BLE a déjà convaincu deux membres de l'équipe pour l'expérimenter. Les contraintes de ce projet concernent le manque de visibilité notamment sur le process qui est toujours très changeant mais aussi sur les outils en cours de développement, ce qui empêche de se projeter.

## CHAPITRE 4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce stage a été en premier lieu un temps d'insertion dans le monde professionnel à travers la découverte d'une entreprise et de son cadre de travail ; également un temps d'intégration à une équipe de travail avec son management, ses forces, ses spécificités ; un temps d'adaptation à travers une variété de mission ; un temps de rétrospection sur mes études et de discernement sur mon avenir professionnel.

J'ai découvert une entreprise solide, établie et très diversifiée où il est possible de travailler avec des collaborateurs d'autres métiers et à travers la France. Le cadre de travail est agréable et stimulant.

On m'a formé au métier de chargé d'études à travers le groupe Egis et plus particulièrement avec les projets de l'équipe Systèmes. J'ai participé à une variété de projets et travaillé avec la plupart de mes collègues, ce qui m'a permis de développer des compétences d'organisation, d'adaptation et de communication.

J'ai pu approfondir le marché de la smart city, des IRVE ; en réalisant des benchmarks, des études et des plaquettes commerciales. J'ai su m'adapter aux différents collaborateurs et projets et j'ai consolidé ma compétence de synthèse.

À travers ma mission de qualification et de chiffrage des installations IRVE, j'ai confirmé mon goût pour le pilotage de projet et mes capacités relationnelles. Cela m'a permis de développer des qualités d'observation, de rigueur et relationnels.

En travaillant sur des études variées et sur des sujets innovants j'ai développé ma culture de ses secteurs dynamiques et mis à contribution ma créativité. Cela a également été l'occasion d'apprendre à organiser un projet, développer et présenter un concept.

Lors de mes différents projets j'ai pu apporter mon expertise technique et automatiser les process pour faire de l'amélioration continue de la gestion de projet.

Ce stage fut une expérience très enrichissante, formatrice et unique. J'en ressort grandi et mieux préparé à mes missions futures.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Présentation de l'entreprise



# 1

## VISION STRATÉGIQUE

Offre mobilité : proposition de mise en œuvre opérationnelle dans le cadre des orientations stratégiques Vision 2025

### Vision 2025



- LES TRANSPORTS DE DEMAIN ET LA MOBILITÉ DU FUTUR
- LA CONSTRUCTION DE LA VILLE DURABLE

### TRAJECTOIRE 1,5°C



- EGIS S'ENGAGE POUR LA TRAJECTOIRE 1,5°
  - Réduction de la congestion
  - Réduction de la pollution



Groupe Egis 3

## NOS EFFECTIFS



IMAGINER. CONCEVOIR. CONCRÉTISER.

Groupe Egis 4

## NOTRE PRÉSENCE GÉOGRAPHIQUE

Répartition du chiffre d'affaires géré 2019 par zone géographique



egis

**64%**

de l'activité à  
l'international

IMAGINER. CONCEVOIR. CONCRÉTISER.  
Groupe Egis

5

## LE MODÈLE D'ACTIONNARIAT EGIS



**25%**

Cadres partenaires  
et salariés

Iosis Partenaires

Et Fonds Commun  
de Placement d'Entreprise



**75%**

Caisse  
des Dépôts

Caisse  
des Dépôts



6

egis

## ACTIVITES MOBILITÉ & SYSTEME

### CHIFFRES CLÉS DE L' ACTIVITÉ MOBILITE & SYSTEME



**133**

COLLABORATEURS



**24 M€**

CHIFFRE D'AFFAIRES 2019

Domaine Mobilité 7



## ACTIVITÉ MOBILITÉ & SYSTÈME

L'activité Mobilités est organisée autour de 2 segments

De l'amont à l'aval



Domaine Mobilité 9



## LES PRODUITS DU SEGMENT MOBILITÉS DE L'AMONT À L'aval

**DU CONSEIL ET DES EXPERTISES JUSQU'AUX PROPOSITIONS D'ACTIONS**



### Planification et politique des transports

- Études en amont des projets d'infrastructures orientées vers les décideurs politiques

### Appui institutionnel et organisationnel

- Accompagner les mutations du secteur des transports à l'international



### Trafic et régulation multimodale

- Études de régulation multimodale et simulation dynamique



Domaine Mobilité 10



## LE SEGMENT SYSTÈME



### Les systèmes d'information

- Optimisation de l'exploitation des **infrastructures stratégiques/complexes**
- Accompagnement à la transformation des **usages de Mobilités** (e-Mobilité, Covoiturage, véhicules connectés, ...)
- Développement de nouveaux **services à la Mobilité** (Stationnement intelligent, Transports en commun, péage positif, MaaS, ...)



### L'aménagement numérique des territoires

- Moe/AMOT réalisation d'infrastructures de communications électroniques HD et THD
- Schémas Directeurs / Expérimentations IoT



Domaine Mobilité 11

## RÔLE STRATÉGIQUE DE L'ACTIVITÉ DANS EGIS

- Les deux axes stratégiques du groupe Egis sont en lien direct avec les Systèmes



✓ La Smart City



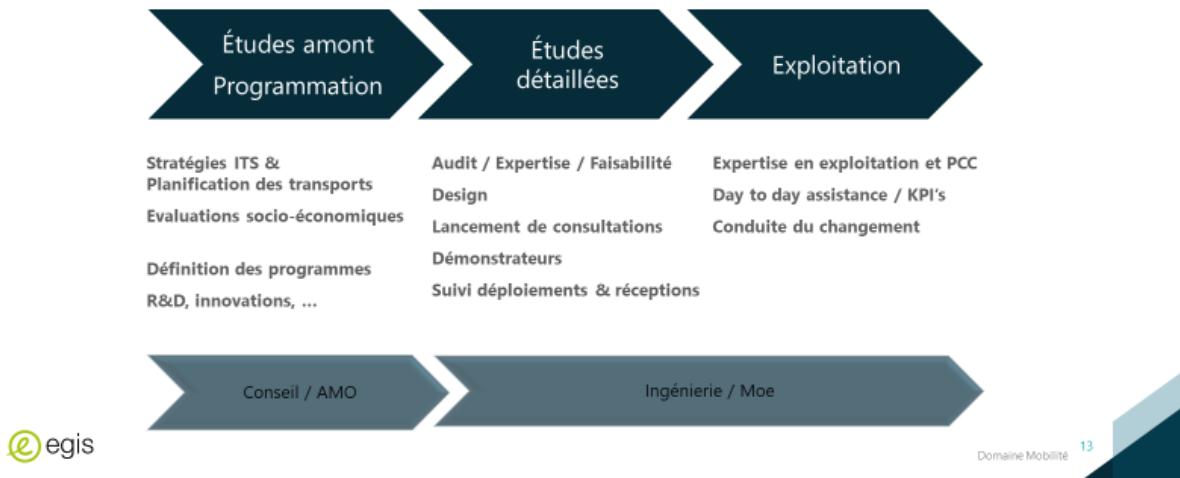
✓ Les transports de demain et la mobilité du futur



Domaine Mobilité 12

## NOS MISSIONS

□ Nous accompagnons nos clients sur toutes les étapes du cycle de vie des ITS :



## DES IMPLANTATIONS EN FRANCE AU PLUS PRÈS DES CLIENTS

### Nos principales implantations en France

125 personnes sur 6 sites en France

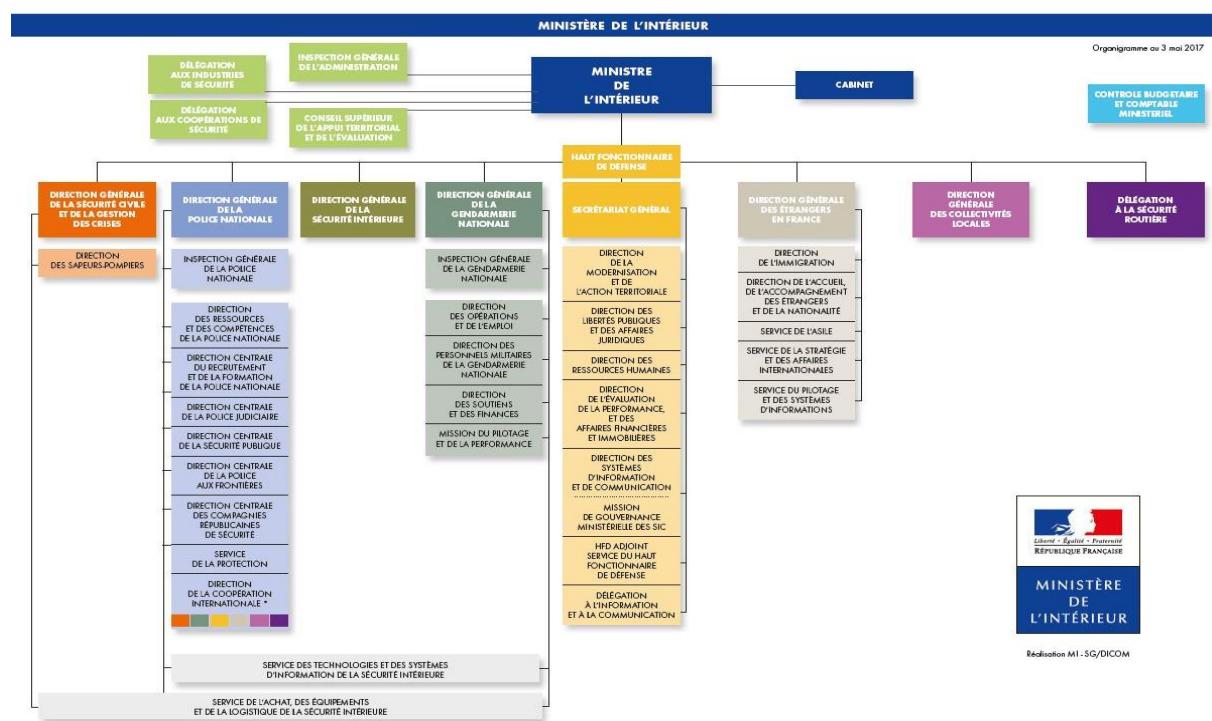
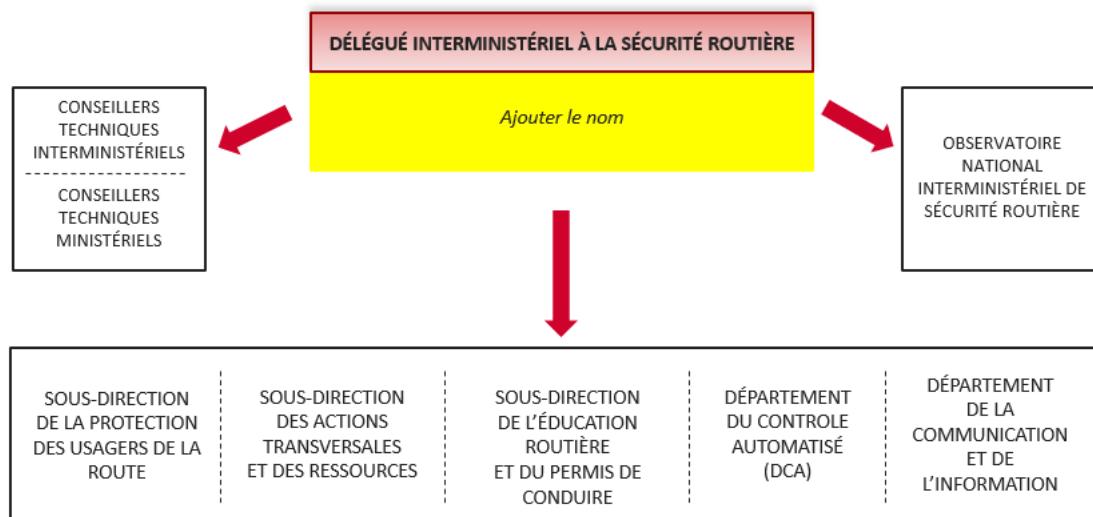
- Paris (SQY)
- Lille (Wasquehal)
- Nantes
- Lyon
- Aix-en-Provence
- Toulouse



## Annexe 2 : Organigramme du DCA

### LE MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR FOCUS SUR LA DSR – SON ORGANISATION

**La Délégation à la Sécurité Routière**, élabore et met en œuvre la politique de lutte contre l'insécurité routière.



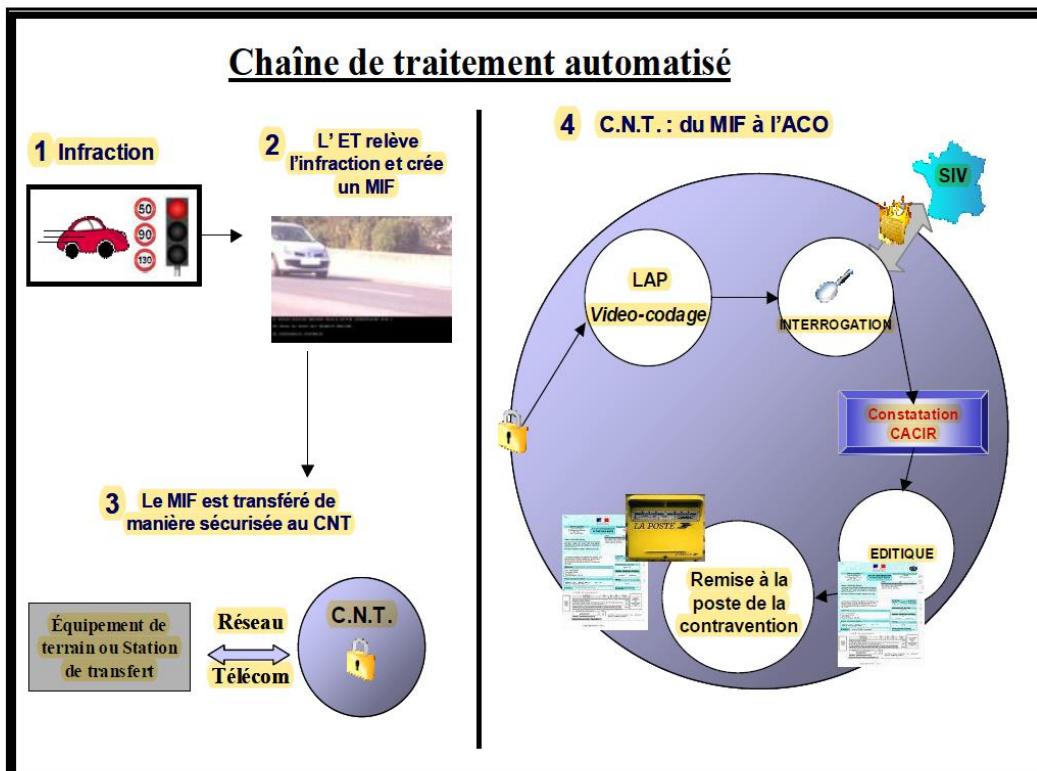
\* Intervient au profit de toutes les directions.

## Annexe 3 : les missions de la DSR

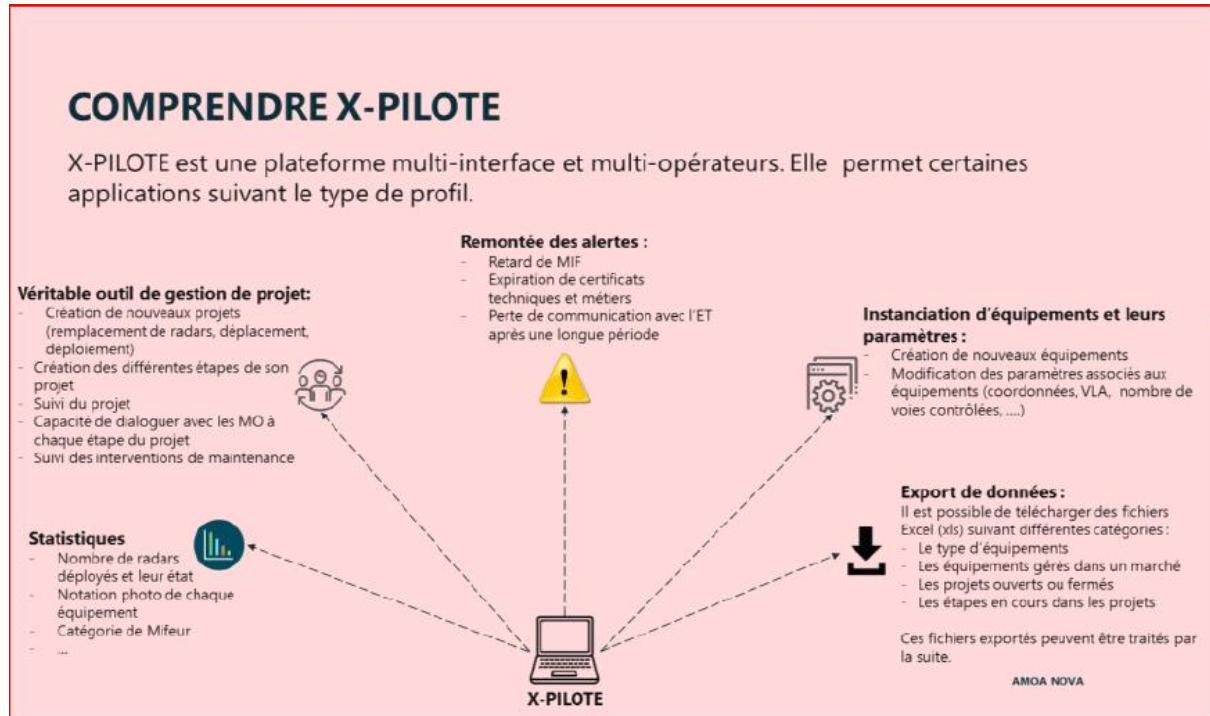
### LE MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR FOCUS SUR LA DSR – *SES PRINCIPALES MISSIONS*



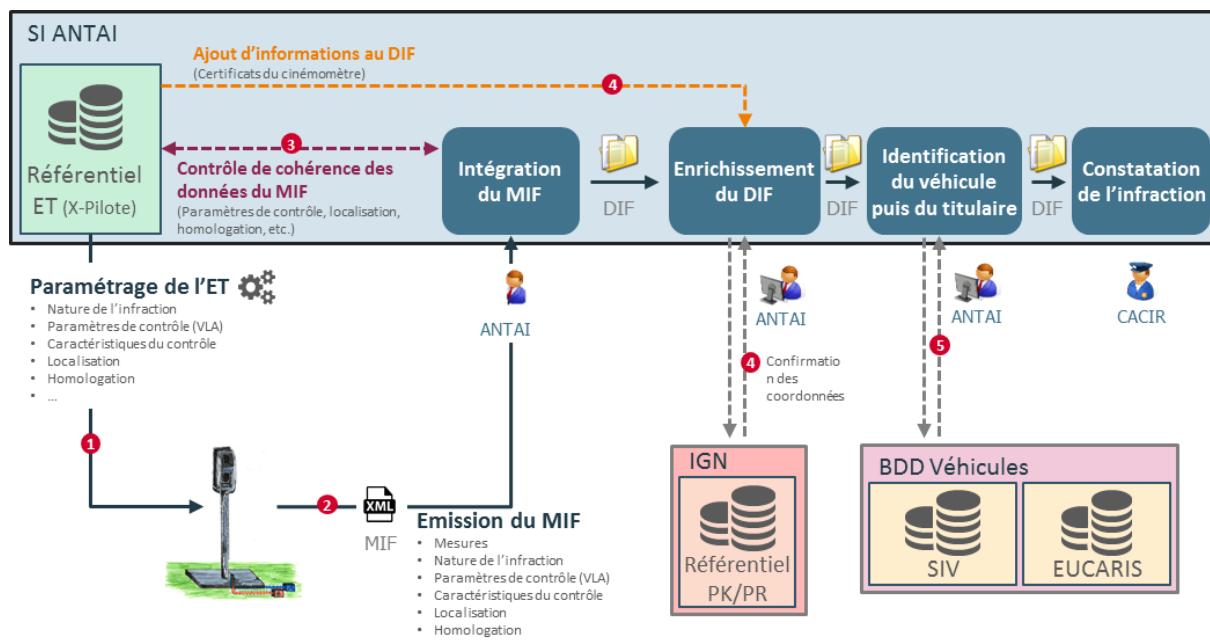
## Annexe 4 : schéma de la chaîne de traitement automatisé



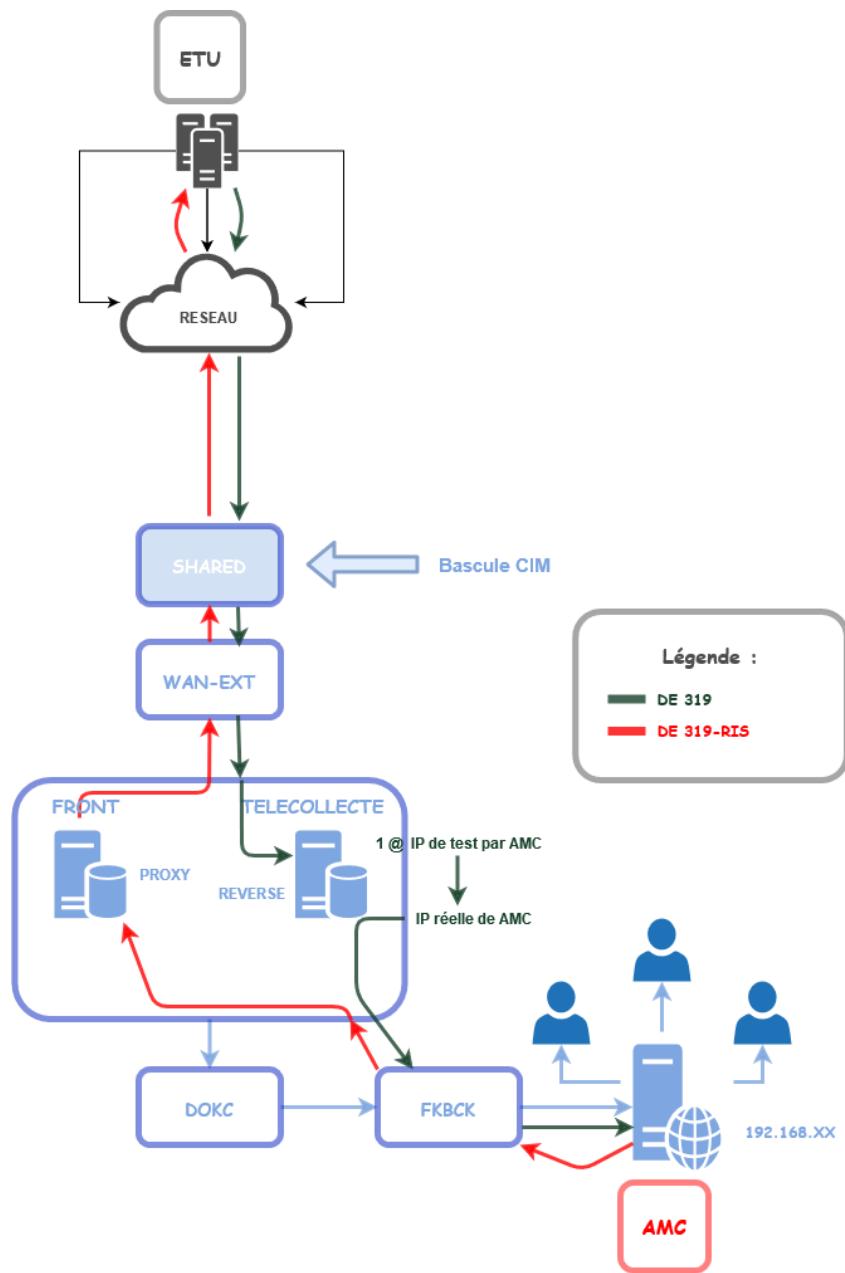
## Annexe 5 : les différentes fonctionnalités de X-Pilote.



## Annexe 6 : schéma des différentes interfaces d'un ETU avec le SI CNT



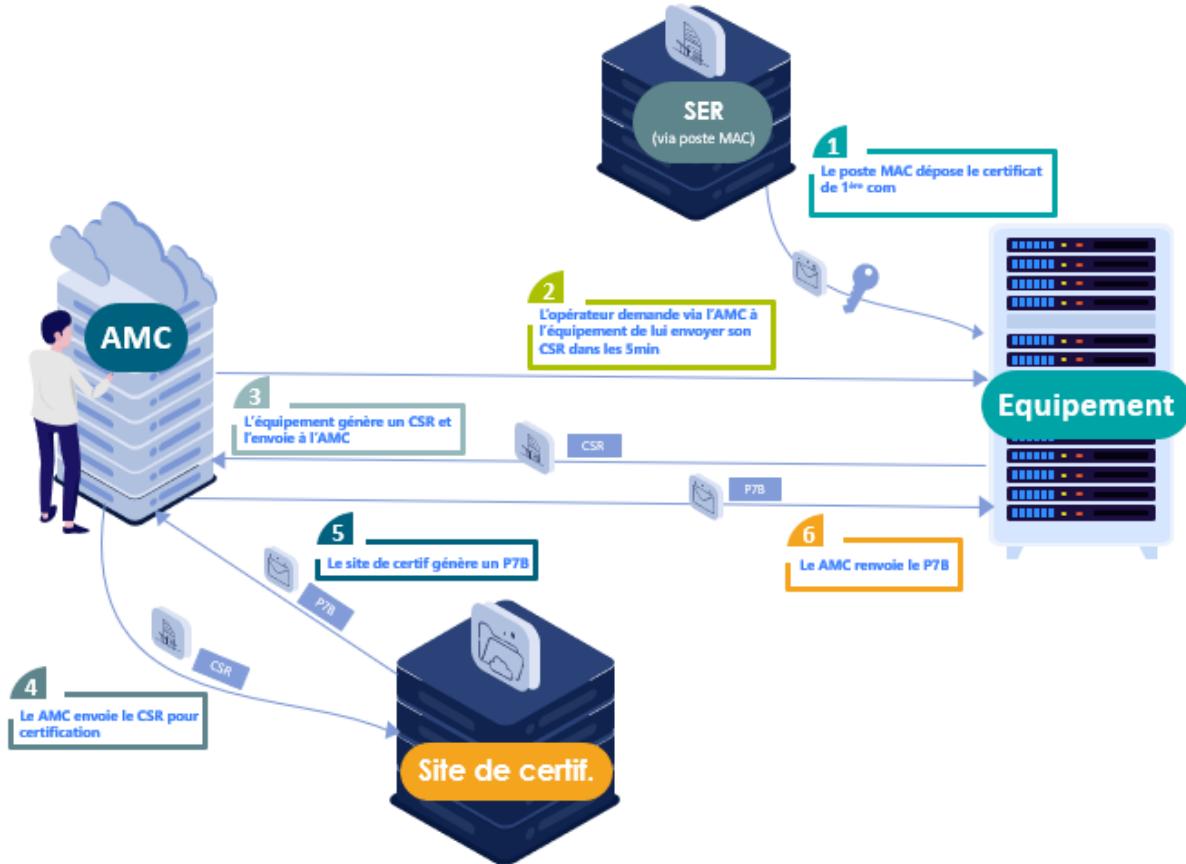
## Annexe 7 : schéma global d'interface entre l'ETU et le CNT.



Les ETU sont raccordés au CNT par l'intermédiaire d'un **Switch** dont le but est de séparer : Flux de production qui doit arriver au **Front**, Flux de maintenance opérationnelle en production qui doit arriver à l'AMC et Flux hors production qui doit arriver sur le **CIM** (Centre Intervention et Maintenance) dans le cadre de maintenance et prise en main à distance par les équipes en charge de la maintenance.

Le switch est pilotable via une console permettant de passer les ETU d'un mode production à hors production (CIM).

## Annexe 8 : schéma global de la mise à jour du certificat de communication final



### OBTENTION DU CERTIFICAT DE COMMUNICATION FINAL

Après avoir été équipé d'un certificat de première communication sauvegardé dans le module mesure de l'unité de contrôle automatisé (UCA), l'ETU a besoin d'un certificat de communication final.

L'opérateur du CNT demande, par l'intermédiaire de l'AMC (outil de supervision des ETU), une nouvelle demande de signature de certificat (CSR) à l'ETU lui-même. La demande récupérée est ensuite transmise au site de certification par les mêmes canaux qu'utilisés actuellement. Le P7B obtenu est ensuite transmis à l'ETU.

## Annexe 9 : livrable du rapport d'analyse pour l'expérimentation Sigfox

### LIVRABLE : Rapport d'analyse

#### **PROJET IOT TOULOUSE :**

Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la mise en place d'une stratégie IOT

*- Analyse de l'expérimentation menée par direction de l'environnement – Sigfox -*

#### **Informations relatives au document**

##### **INFORMATIONS GÉNÉRALES**

Auteur(s)	Teo GENEAU
Rôle dans le projet	Ingénieur projet
Version	V1.0

##### **HISTORIQUE DES MODIFICATIONS**

Version	Date	Rédigé par	Visé par	Modifications
V1.0	16-Juin-2021	Teo GENEAU	George CARAIMAN	Création



## LES AXES D'ANALYSE

### Objectif

Il s'agit de déterminer le fonctionnement et la méthode de mise en place de l'expérimentation en cours depuis un an sur l'observatoire environnemental urbain utilisant une solution Sigfox afin d'étudier les îlots de chaleurs urbains (ICU).

### Une démarche d'étude en 3 axes

L'enjeu est de proposer une analyse complète, ainsi des échanges avec la Direction du Numérique et la Direction de l'environnement ont permis d'enrichir l'étude afin d'apporter les éléments d'analyse aux axes suivant :





## Analyse de l'existant

### Besoin métier

L'expérimentation IoT est réalisée dans le cadre des travaux de recherche liés à l'analyse des îlot de Chaleur sur la métropole de Toulouse. L'objectif du projet est d'obtenir des informations temps réel sur différentes zones identifiées.

Les travaux réalisés proposent ainsi une approche transversale et interdisciplinaire de mise en œuvre d'un service climatique urbain, complétée d'une analyse territorialisée du climat urbain. Il est visé de mobiliser les méthodes mises en place par la recherche en climatologie urbaine au service de l'urbanisme opérationnel tout en ayant comme objectif de participer au débat scientifique autour du développement des services climatiques urbains.

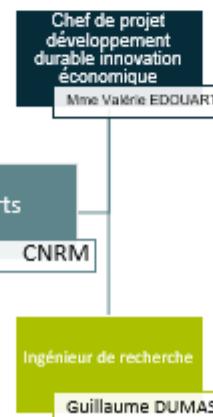
Les données relevées permettent l'observation pour des études sur le climat, dont la première brique est de monitorer l'îlot de chaleur urbain.

Le besoin métier se résume par l'analyse de l'îlot de chaleur sur plusieurs angles. Dans un premier temps l'îlot de chaleur est abordé sous l'angle classique de la dichotomie urbain/rural et selon des conditions météorologiques optimales à sa formation. Dans un second temps est mobilisée l'approche des types de temps pour approfondir les analyses selon divers types de conditions météorologiques. Enfin une analyse spatiale plus fine est réalisée en mobilisant les Local Climate Zones (LCZ). L'îlot de chaleur est alors comparé au regard des morphologies urbaines et de leurs spatialités sur l'ensemble de la Métropole.

### Organisation métier

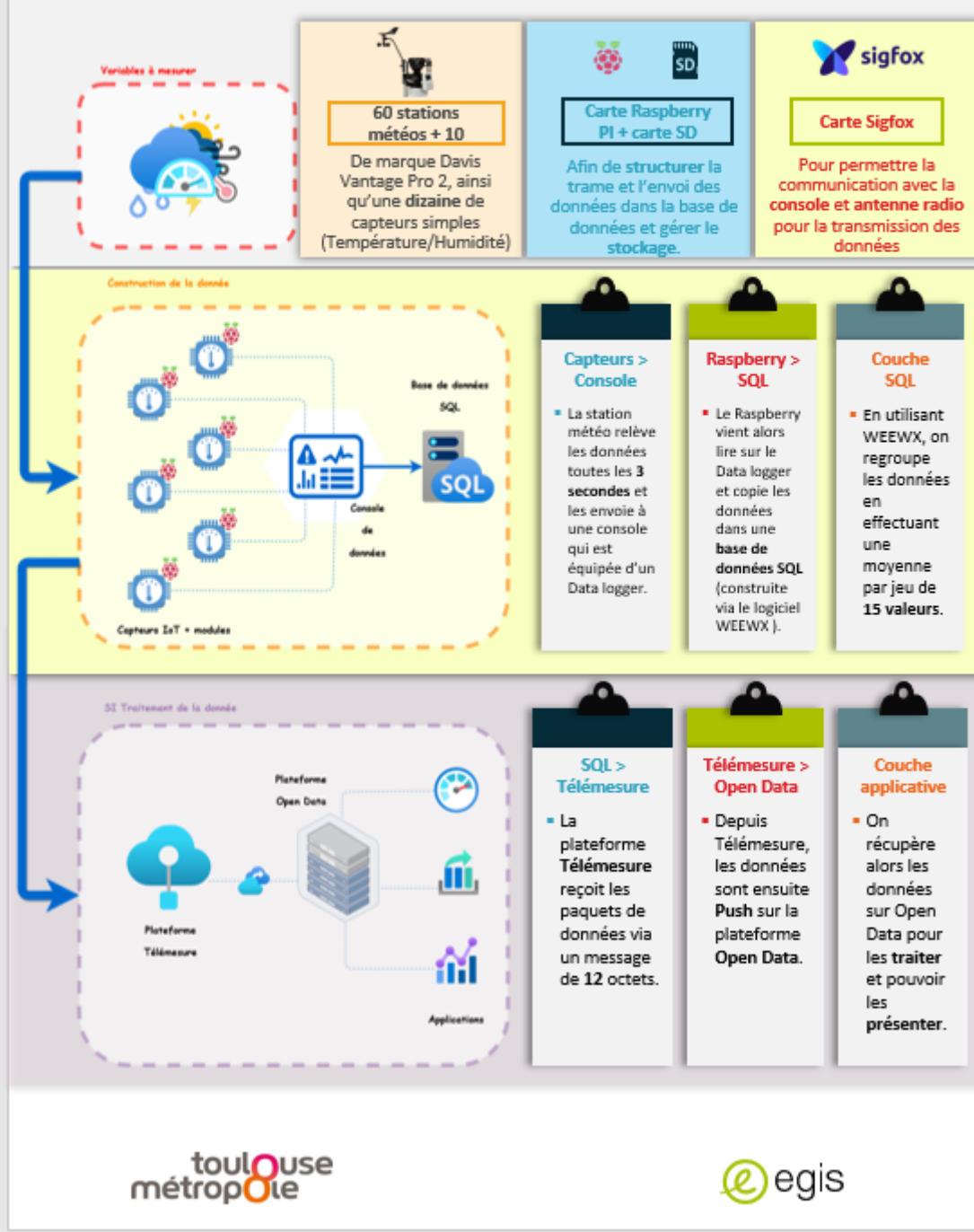
La Direction Environnement Énergie a pour mission principale d'accompagner le développement de l'agglomération dans un environnement et un cadre de vie préservés.

L'équipe projet a été 100% intégrée dans la direction Environnement Energie, avec l'implication de la cheffe du projet et du théssard en charge de la réalisation de l'expérimentation. L'équipe projet a pu s'appuyer sur l'expertise du Centre National de Recherches Météorologique.





## Descriptif de la solution technique en place





## Mode opératoire et de fonctionnement

### Acteurs

Expérimentation menée par un doctorant financé à 50% par la métropole en partenariat avec le CNRM, afin d'assurer un développement continu avec l'aide d'un stagiaire.

### Pilotage

Solution sur mesure, pilotée par une unique personne, à échelle humaine. Cette même personne est chargée du déploiement et de la maintenance. Solution non industrielle.

### Budget

Budget débloqué par blocs de 20K par an, sur 5 ans (ne comprenant pas l'abonnement Sigfox).

### Fournisseurs

Abonnement Sigfox pris à la société SNOC, fournisseur des stations météo afin de limiter le nombre de fournisseurs et de procédures : on a un seul fournisseur pour la partie logiciel/hardware. On facilite ainsi le suivi.



### Fiabilité/Étalonnage

Pour garantir la fiabilité de la donnée la carte Raspberry fait un **test d'horodatage** toutes les 8h en validant l'heure avec les serveurs Sigfox. Au niveau physique, les capteurs sont **calibrés** par la société SNOC qui garantissent la précision des mesures en sortie de boîte.

Il est également possible de rajouter des **offset** sur valeurs en cas de dérive du capteur, au niveau des serveurs ou bien lors du traitement des données car chaque station est différenciée. Le chargé de projet réalise aussi des **tests sur un banc d'essai** afin de s'assurer de la qualité des mesures en amont de la pose.



### Maintenance

Il n'y a pas de maintenance industrielle, c'est-à-dire automatisée, du côté de la Direction Numérique. Dès lors, les besoins en maintenance sont assurés par le doctorant chargé du projet. Il doit se déplacer sur place. Dans environ 80% du temps les problèmes sont dus à un bug de la carte Raspberry qu'il faut reset.

Il s'agit d'une maintenance manuelle, cependant, si demain viennent s'ajouter des centaines de capteurs supplémentaires, le système de maintenance en place ne sera pas capable de gérer un tel surplus.



### Supervision

La supervision est réalisée via l'application de traitement de la data. Elle permet de s'assurer de la fiabilité des données en **testant le nombre** de messages reçus sur ceux émis dans une journée. Un second test permet de **vérifier la qualité** des messages en relevant les valeurs aberrantes : au dessus de 70C cela correspond à une erreur matérielle et en dessous de -50C à une erreur de communication

A terme l'applicatif sera intégré dans l'ADATA. L'IHM finale et le **système d'alerte** (si les stations n'émettent pas pendant une certaine période) sont en cours de développement.



### Traitement

Le chargé de projet accède aux serveurs Open Data en se loguant afin de récupérer les données des stations. Il stocke les données sur son PC avant de les implémenter dans ses algorithmes de traitement en R ou Python. Le traitement consiste en une **analyse simple** des données, par exemple le traitement des données sur une journée pour déterminer l'état de la journée (ensoleillé, nuageux, venteux etc.). La base de données est mise à jour toutes les heures. La partie **machine learning** n'est pas implémenté sur la plateforme, il s'agit d'un simple clustering des données.



Les données sont affichées sous forme de **graphiques** (courbe de température, d'humidité), **tableaux** de données ou bien en **cartographiant** les données. Pour la partie cartographie il s'agit d'un croisement des cartes avec la base des données spatialisée.

On utilise le **Système d'Information Géographique** (SIG) pour traiter les données et pouvoir les afficher sur différents types de carte fixe, carte des reliefs et des bâtis, carte des végétations. Ces cartes sont injectées une seule fois et ce sont les données qui sont mises à jour pour actualiser les cartes.



## Cout et Charge

### Coûts



01

**Prix total capteur**  
Le prix total d'un capteur comprenant tous les coûts (pose, serveur etc.) est d'environ 1000€.



02

**Prix de l'abonnement**  
Un abonnement Sigfox de 26€ par an et par capteur (toutes charges comprises). Cependant le prix devrait passer à 40€ l'an prochain.



03

**Type d'abonnement**  
Abonnement par lot de 20 capteurs afin qu'ils possèdent la même version.

### Charge



01

**Charge équipe projet**  
La charge totale estimée pour la réalisation du projet d'expérimentation pendant 3 ans est estimée à 1 ETP.



02

**Charge Pilotage**  
La charge liée au pilotage du projet correspond à la charge du Chef du projet. Elle est de 0,25ETP seulement pour l'expérimentation.



03

**Charge réalisation**  
Pour la réalisation du projet la charge est de 0,75ETP, seulement pour la réalisation de l'expérimentation.

### Cout total expérimentation

Pour la synthèse financière nous prenons l'hypothèse de l'achat de la solution à un prix de 1000€ et nous considérons que tous les capteurs émettent à partir de même moment (T0).

Le calcul est fait pour une expérimentation de 3 ans (36 mois).



En réalité le total est légèrement inférieur notamment pour la partie réseau car tous les capteurs n'ont pas fonctionné tous en même temps et ils ont été installé progressivement.

### Cout pour une durée de vie de 5 ans

À partir de la 3<sup>ème</sup> année le prix de l'abonnement Sigfox va augmenter à 40€ par an et par capteur. Ainsi, il faut ajouter le cout pour la remonté de la donnée via le réseau Sigfox pour 24 mois de plus.





## Bilan sur la solution en place et recommandation

### Ce qui a fonctionné



- Projet expérimentation: cartographie faite, donc la Direction de l'Environnement est autonome sur cette partie.
- Le réseau Sigfox permet un périmètre d'utilisation étendu à toute la métropole contrairement au réseau Lora qui est limité à la ville de Toulouse.
- Fonctionnement de la chaîne : mesure des données, transport, stockage, traitement et puis diffusion.
- La visualisation des données est aussi possible (cartographie, graphes et tableaux)

### Ce qui n'a pas bien fonctionné



- Pas de documents de procédure pour la pose des capteurs, alors qu'il s'agit d'une partie très technique. La métropole dépend entièrement de l'ingénieur chargé de projet. Il faut mettre en place des méthodes afin de permettre à un technicien de se former et assurer une uniformité des poses pour garantir la qualité de la donnée.
- Configuration du capteur compliquée: il n'existe pas de réelle capteur Plug and Play avec une communication sans fil intégrée, la mise en place et la configuration prend du temps.
- Installation: pourrait être réalisée par des techniciens expérimentés, car aujourd'hui elle a été réalisée par l'ingénieur de recherche.

### Ce qu'on voudrait améliorer



- Le nombre de capteurs: installation de 100 capteurs à terme et de 25 boules noires
- Autonomie des IoT : avec une supervision de leur niveau d'autonomie et une carte réseau intégrée.
- Intégration IA DATA: Utilisation des serveurs IA DATA au lieu de passer par l'Open Data.
- Traitements automatisés: Implémenter la partie traitement des données sur les serveurs IA DATA et l'automatiser.
- L'IHM pour des utilisateurs externes à la Métropole qui auront accès à une partie des données seulement.
- Mise à jour software automatisée: aujourd'hui la mise à jour manuelle et nécessite une déconnexion du capteur, il faudrait automatiser ce processus (mise en place d'un processus de mise à jour via IA DATA)
- Supervision: intégrer une supervision de l'état de fonctionnement des capteurs déployés.

### Ce qu'on pourrait améliorer



- L'ingénieur chargé de projet s'occupe du traitement des données, de la visualisation des données, ainsi que de la maintenance alors que ce sont des postes différents. Il est nécessaire d'avoir un chargé du traitement des données et une personne chargée de la maintenance.
- Le traitement de la donnée : afin de réaliser de la maintenance prédictive et l'automatiser, améliorer la supervision, faire de la prévision avec du Machine Learning.
- Passer à un système de gestion des abonnements pour maîtriser la facturation et obtenir le meilleur prix possible.

### Contraintes et limites



#### Capteurs

Les capteurs ne sont pas industrialisables dans l'état. Il faudrait trouver une solution industrielle pour optimiser la maintenance et le fonctionnement. La Raspberry impose une alimentation permanente car il ne peut pas s'éteindre ou s'allumer seul.



#### Maintenance

Maintenance manuelle, or si on passe à l'échelle cela risque de ne pas être gérable.  
La pose des stations et ses modules pose plusieurs problèmes : notamment en termes de droit de pose puis d'accès au bâtiment, possibilité d'accès pour la maintenance, sécurité, vandalisme.



#### Fournisseur

Problème de fournisseur de capteur du type « plug and play »; en effet, il faut réaliser un benchmark pour identifier les solutions existantes la technologie souhaitée et à un prix abordable.  
Les capteurs sont souvent vendus avec une suite logiciel ou alors ils ne se sont pas aux normes météo.



#### Sigfox

L'application est limité à un seul type de réseau : actuellement, Sigfox. Les contraintes liées à Sigfox : tailles des messages, nombre de message par jours etc. L'objectif serait d'utiliser de la meilleure manière possible le réseau et négocier des prix pour le cas d'usage.



## Extraction d'un modèle économique et technique



### Forces de la solution

- Solution évolutive et sur mesure, on peut donc remplacer les capteurs ou les serveurs sans impacter la solution car les éléments sont indépendants.
- Compétences acquises par l'équipe projet
- Résultats pertinents en rapport avec le besoin initial



### Faiblesses de la solution

- Configuration réseau (Sigfox) insuffisante pour une remontée des données importante
- Solution non-industrialisable
- Nécessite la mise au point d'une documentation spécifique pour l'industrialisation de la solution
- Suite logiciel non-industrialisable

## Processus fonctionnel pour l'intégration dans le SI de la Métropole

Pour l'analyse du étapes du processus fonctionnel nous sommes parti de l'hypothèse qu'une solution industrielle similaire à celle existante pourrait être déployée à plus large échelle. Il est considéré que les données vont passer par des serveurs externes, comme c'est le cas pour le réseau Sigfox.





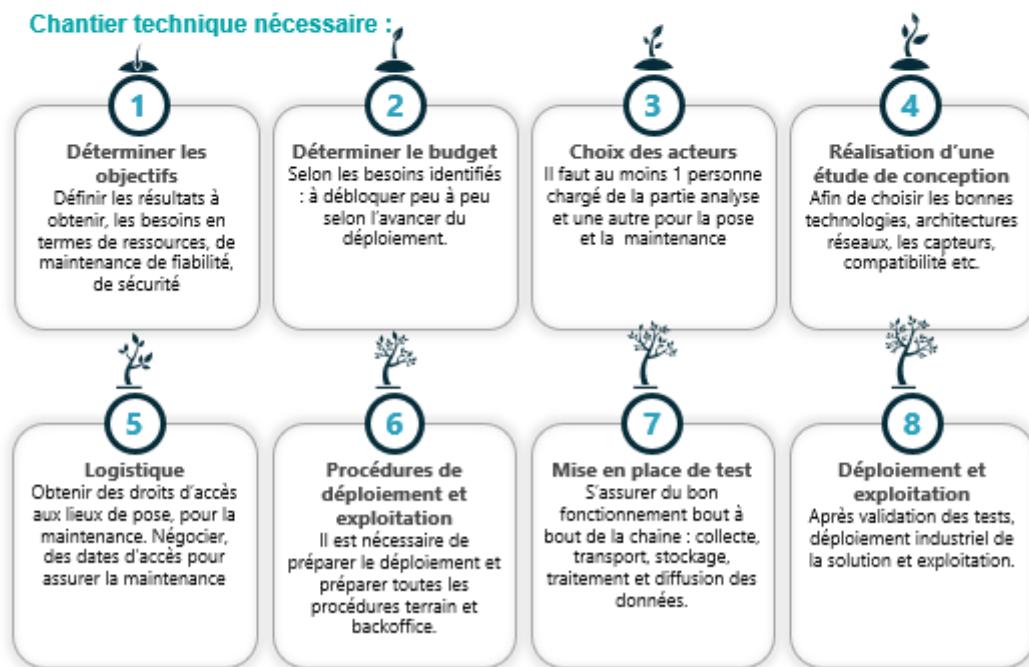
## Extraction d'un modèle économique et technique

### En vue d'une industrialisation :

En effet, passer de 70 capteurs à plusieurs centaines, voir milliers implique de fortes contraintes et une organisation spécifique:

- **Coûts** : dans une premier temps il est nécessaire de trouver un capteur (station météo, boule noire) industriel capable de répondre au besoin. Par la suite, le cout sera représenté par:  
$$\begin{aligned} &\text{cout capteur} + (\text{cout réseau} * \text{le nombre des capteurs}) + \text{cout SI} + \text{cout installation} \\ &= \text{cout acquisition} \\ &[\text{cout réseau} (\text{récupération de la donnée} + \text{mises à jour à distance}) + \text{Cout SI}] \\ &\quad * \text{le nombre d'années} = \text{cout de fonctionnement} \\ &\text{Cout acquisition} + \text{cout de fonctionnement} + \text{actions de maintenance} = \text{cout IOT} \end{aligned}$$
- **Charge de mise en place**: Nous estimons que pour le déploiement d'un capteur il est nécessaire d'avoir deux personnes (1 pour l'installation terrain et une autre en BackOffice pour la configuration SI). Ainsi, pour une installation continue des IOT il faudrait disposer de au moins 2ETP. Pour cette estimation nous partons du principe que toutes les briques informatiques sont développées.
- **Charge d'exploitation**: comme pour la mise en place il est nécessaire 2 ETP pour l'exploitation (1 pour les opérations terrain et 1 pour le traitement des information –gestion +déclenchement des interventions terrain)

### Chantier technique nécessaire :



## Annexe 10 : code VBA utilisé pour une macro Excel

```
Sub Macro_markup_bis_1()
    '
    ' Macro_markup_bis_1 Macro
    '

    Sheets("Devis").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
    Range("A1").Select
    Selection.End(xlToRight).Select
    Selection.End(xlDown).Select
    Selection.Copy
    Sheets("EIFFAGE").Select
    Range("J26:J103").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlMultiply, _
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-201
    Range("A1").Select

End Sub

Sub Macro_markup_bis_2()
    '
    ' Macro_markup_bis_2 Macro
    '

    Sheets("Devis").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
    Range("A1").Select
    Selection.End(xlToRight).Select
    Selection.End(xlDown).Select
    Selection.Copy
    Sheets("EIFFAGE").Select
    Range("J26:J103").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlDivide, _
```

```
SkipBlanks:=False, Transpose:=False  
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-201  
Range("A1").Select  
  
End Sub
```

```
Sub Macro_Install_1()  
  
Sheets("EIFFAGE").Select  
  
row_num = 24  
  
Do While Cells(row_num, 12).Value <> ""  
  
    row_num = row_num + 1  
Loop  
  
row_num = row_num - 1  
  
row_num_to_count = row_num - 24  
  
  
  
For i = 1 To row_num_to_count  
  
    If Cells(i + 24, 12) <> 0 Then  
  
        If Cells(i + 24, 11) = "" Then  
  
            Cells(i + 24, 2).Select  
            Application.CutCopyMode = False  
            Selection.Copy  
            Sheets("Test Devis installateur").Select
```

```

Range("A1").Select
Selection.End(xlDown).Select
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
:=False, Transpose:=False
ActiveCell.Range("A1:F1").Select
Application.CutCopyMode = False
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorLight2
    .TintAndShade = 0.799981688894314
    .PatternTintAndShade = 0
End With
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin

```

```

End With

With Selection.Borders(xlEdgeRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin

End With

Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
Sheets("EIFFAGE").Select
Range("A1").Select

Else

Cells(i + 24, 2).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Test Devis installateur").Select
Range("A1").Select
Selection.End(xlDown).Select
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
:=False, Transpose:=False
Sheets("EIFFAGE").Select
Cells(i + 24, 11).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Test Devis installateur").Select
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
:=False, Transpose:=False
Sheets("EIFFAGE").Select

```

```

Cells(i + 24, 9).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Test Devis installateur").Select
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
:=False, Transpose:=False
Sheets("EIFFAGE").Select
Cells(i + 24, 10).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Test Devis installateur").Select
ActiveCell.Offset(0, 2).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
:=False, Transpose:=False
Sheets("EIFFAGE").Select
Cells(i + 24, 12).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Test Devis installateur").Select
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks :=
:=False, Transpose:=False
Selection.End(xlToLeft).Select
Selection.End(xlToLeft).Select
ActiveCell.Offset(1, 0).Range("A1").Select
Sheets("EIFFAGE").Select
Range("A1").Select

End If

End If

```

```
Next  
  
End Sub  
  
Sub Macro_install_2()  
' Macro_instal_devis Macro  
'  
  
Sheets("Test Devis installateur").Select  
Range("A2").Select  
Selection.Range("A2").CurrentRegion.Select  
Selection.Copy  
Sheets("Devis").Select  
Range("A1").Select  
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.End(xlDown).Select  
Selection.Insert Shift:=xlDown  
ActiveCell.Offset(-2, 0).Range("A1").Select  
End Sub  
Sub Macro_delete_1()  
' Macro_delete_1 Macro  
'
```

```
Sheets("Test Devis installateur").Select  
Range("A3").Select  
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select  
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
Selection.Delete Shift:=xlUp  
Sheets("Devis").Select  
Range("A1").Select
```

End Sub

```
Sub Devis_install()
```

```
Sheets("Test Devis installateur").Visible = True
```

```
Macro_markup_bis_1  
Macro_Install_1  
Macro_markup_bis_2  
Macro_install_2  
Macro_delete_1
```

```
Sheets("Test Devis installateur").Visible = False
```

End Sub

```
Sub nbre_lignes()
```

```
Sheets("EIFFAGE").Select  
row_num = 24
```

```
Do While Cells(row_num, 12).Value <> ""
```

```
    row_num = row_num + 1
```

Loop

row\_num = row\_num - 1

row\_num\_to\_count = row\_num - 24

MsgBox (row\_num\_to\_count)

End Sub

## **LISTE DES ILLUSTRATIONS**

Figure 1. Diagramme d'implication personnelle dans le projet radar .....	7
Figure 2. Chaîne du traitement des infractions du contrôle automatisé.....	9
Figure 3. Vue tableau classique de Trello.....	14
Figure 4. Espace de travail Trello .....	17
Figure 5. Les différents types d'équipements.....	21
Figure 6. Ecran Samsung The Frame .....	22
Figure 7. Ecran intégré Pop-Up .....	23
Figure 8. Ecran intégré Panel-Split .....	23
Figure 9. Dongle Miracast .....	24
Figure 10. Solution ES1 audio intégrée .....	24
Figure 11. Schéma du système d'information .....	25
Figure 12. Schéma des différents profils d'utilisateur. ....	26
Figure 13. Process du site web de réservation des salles à distance.....	26
Figure 14. Fonctionnement pour les visiteurs externes.....	27
Figure 15. Les équipements de la salle .....	27
Figure 16. Fonctionnement des 2 solutions.....	28
Figure 17. Devis estimatif de la solution proposée .....	29
Figure 18. Ecran intégré du premier étage .....	31
Figure 19. Les fonctionnalités du capteur Kara.....	34
Figure 20. schéma de validation de l'expérimentation.....	34
Figure 21. Schéma fonctionnel de l'expérimentation Sigfox .....	37
Figure 22. la vue tableau de bord d'Insightly .....	43
Figure 23. Formulaire pour les données entrantes codé en HTML et CSS .....	43
Figure 24. Intégration de CRMBLE dans Trello : vue du Tableau de bord .....	45