

Université de Toulon

IUT de Toulon - Département Génie Electrique et Informatique Industrielle (GEII)

Thales France - Gémenos

Thales Defense Mission Systems - Département Automatismes 4.0

# Apprenti Ingénieur en Robotique

## Rapport d'Alternance 07/23 - 05/24

écrit le 15 mai 2024

par

Bruno HANNA

*Encadrant entreprise :* Quentin Domon

*Encadrant universitaire :* Alexandre Leredde



# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Présentation de l'entreprise</b>	<b>2</b>
1.1 Description de l'entreprise . . . . .	2
1.1.1 Organisation du groupe . . . . .	2
1.1.2 Thales DMS . . . . .	3
1.1.3 Thales UWS . . . . .	4
1.1.4 Site de Gémenos . . . . .	4
1.2 Présentation du Service . . . . .	5
1.2.1 Organigramme . . . . .	6
1.2.2 Missions et Objectifs . . . . .	6
1.2.3 Projets en Cours . . . . .	6
<b>2 Mission Principal</b>	<b>8</b>
2.1 Analyse Fonctionnelle . . . . .	8
2.1.1 La Bête à Cornes . . . . .	8
2.1.2 Le Diagramme Pieuvre . . . . .	8
2.2 Résumé du document "Communication WirePas" . . . . .	9
2.2.1 Composition du Projet . . . . .	9
2.3 Résumé du document "Interface Homme Machine" . . . . .	10
2.3.1 Composition du Projet . . . . .	10
<b>3 Mission Secondaire</b>	<b>12</b>
3.1 Description du Cycle . . . . .	12
3.2 Exemples de Missions . . . . .	13
<b>4 Portfolio</b>	<b>14</b>
4.1 Proposition de Solutions Techniques liées à l'Analyse Fonctionnelle . . . . .	14
4.2 Gestion des Risques Techniques des Solutions Retenues . . . . .	15
4.2.1 Réalisations . . . . .	15
4.3 Identification et Mise en Place des Tests et Mesures de Validation Systémique . . . . .	15
4.3.1 Axes d'Amélioration . . . . .	15
4.4 Entretien et Contrôle des Systèmes selon les Procédures Établies . . . . .	15
4.4.1 Réalisations . . . . .	15
4.5 Application des Procédures d'Installation des Systèmes . . . . .	15

---

4.5.1	Réalisations . . . . .	15
4.5.2	Contexte . . . . .	15
4.5.3	Axes d'Amélioration . . . . .	16
4.5.4	Preuves . . . . .	16
<b>Conclusion</b>		<b>17</b>

# Introduction

L'objectif de ce rapport est de présenter de manière détaillée les diverses missions et projets réalisés durant mon alternance en tant qu'apprenti ingénieur en robotique chez Thales. Cette période de formation a été marquée par l'acquisition de compétences techniques avancées et par la participation à des projets innovants, contribuant ainsi à la réalisation des objectifs de l'entreprise. Le rapport met en avant les analyses fonctionnelles, les solutions techniques développées, ainsi que les méthodologies adoptées pour gérer et atténuer les risques techniques.

# Présentation de l'entreprise

## 1.1 Description de l'entreprise

Thales est un leader mondial des hautes technologies, comptant plus de 80 000 collaborateurs présents sur tous les continents. Thales propose des solutions, services et produits qui aident ses clients (entreprises, organisations, États) dans cinq grands marchés vitaux pour le fonctionnement de nos sociétés : l'identité et la sécurité numériques, la défense, l'aéronautique, l'espace et le transport. Son siège social est situé à La Défense, Paris, France, et son action est cotée sur le CAC40. Le groupe est dirigé par M. Patrice CAINE depuis le 23 décembre 2014.

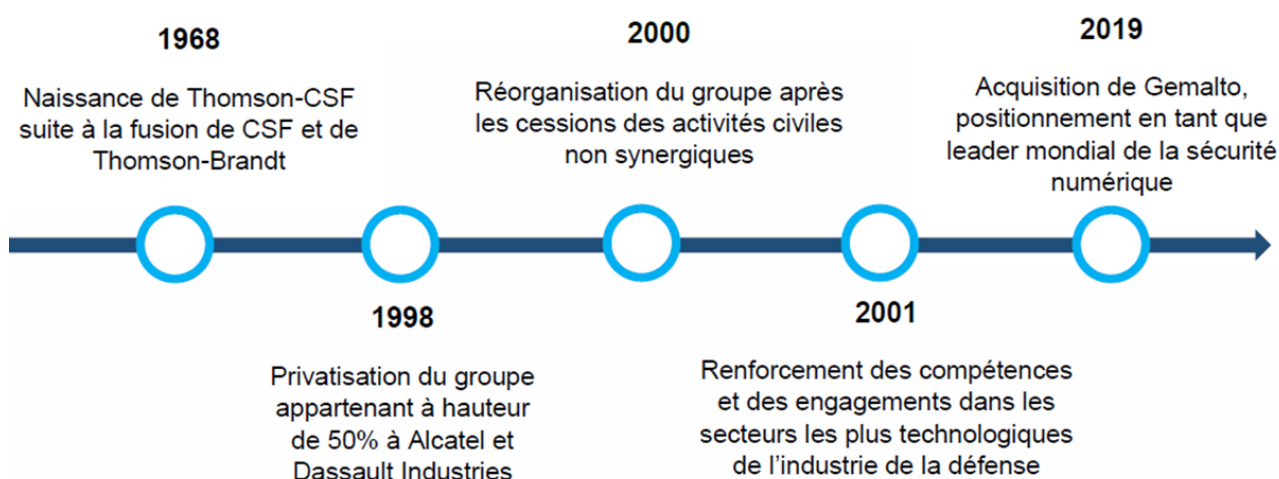


Figure 1.1 – Historique du groupe Thales

### 1.1.1 Organisation du groupe

Depuis le 1er avril 2013, le groupe Thales est organisé de façon matricielle. Il est divisé en sept secteurs appelés Global Business Units (GBU) qui sont des entités internationales :

- Avionique (AVS)
- Espace (TAS)
- Systèmes de mission de défense (DMS)
- Systèmes de transport terrestre (GTS)
- Systèmes d'information et de communication sécurisés (SIX)
- Systèmes terrestres et aériens (LAS)
- Identité et sécurité numériques (DIS)

La répartition des activités au sein de la GBU DMS en 2022 est illustrée ci dessous :



Figure 1.2 – Répartition des activités DMS en 2022

### 1.1.2 Thales DMS

Les principales activités de DMS sont concentrées dans les secteurs navals et aériens de défense. Elles couvrent les systèmes de combat, les systèmes de senseurs et les services pour des navires de combat, des avions de chasse, de surveillance ainsi que des drones. La GBU DMS est organisée en quatre Business Lines (voir Figure 1.3).



Figure 1.3 – Business Lines de la GBU DMS

### 1.1.3 Thales UWS

La Business Line Underwater Systems (UWS) recouvre plusieurs activités de lutte sous la mer :

- Sonars pour sous-marins, bâtiments de surface, hélicoptères et avions de patrouille maritime
- Systèmes de lutte contre les mines
- Autodirecteurs de torpille
- Sécurité et protection sous-marine
- Services de soutien et support associés

Avec plus de 50 ans d'expérience dans le domaine de la lutte sous la mer, UWS est un leader mondial dans son domaine et un exportateur majeur de sonars et systèmes associés pour les Marines et Armées de l'Air. UWS opère en Australie, en France et au Royaume-Uni, et emploie plus de 2300 personnes dans le monde. En France, l'activité UWS repose sur trois sites principaux : Gémenos, Sophia Antipolis et Brest.

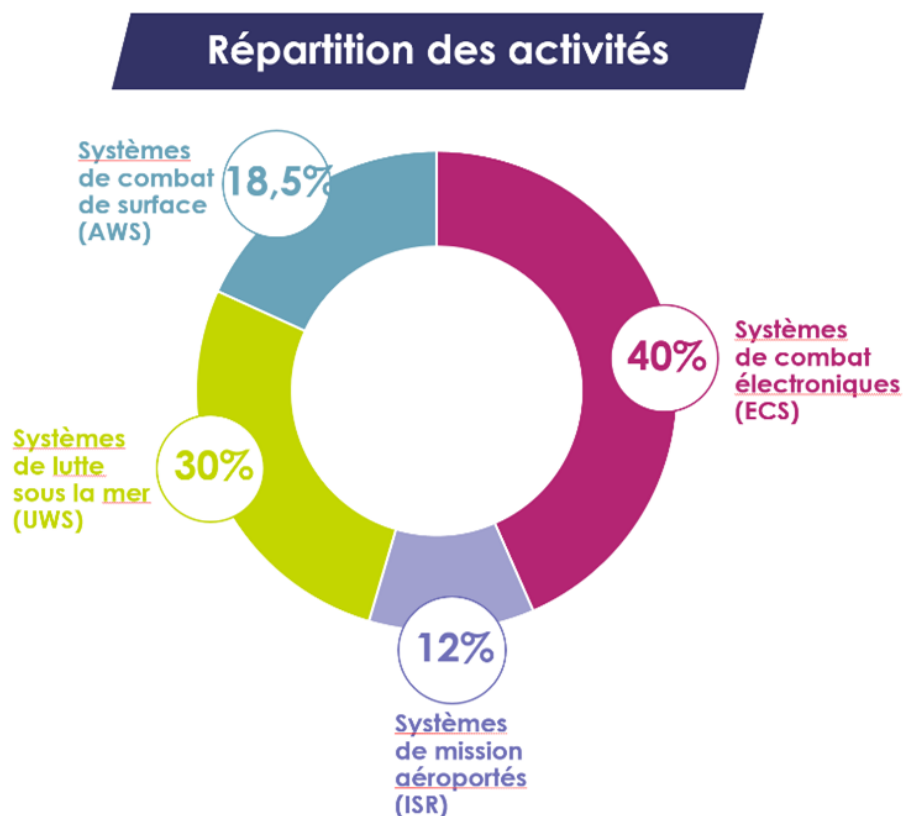


Figure 1.4 – Sites UWS en France

### 1.1.4 Site de Gémenos

Le site de Gémenos fait partie de la Business Line UWS et est dédié à la production d'antennes utilisées dans des sonars pour les forces navales. Ce site compte environ 150 collaborateurs permanents, dont près de 70 % sont des personnes qualifiées, reflétant la complexité technique des produits fabriqués. Voici une liste des services présents sur le site de Gémenos :

- **Production** : gestion des plans de production, conformité des produits, formation des opérateurs.
- **Support de production** : suivi et amélioration des méthodes de fabrication pour une meilleure qualité et rendement.
- **Responsables Îlot de Production** : validation et amélioration des données techniques.
- **Ingénierie / Industrialisation** : préparation des nouvelles lignes de production, projets de modernisation.
- **Données techniques** : création et mise à jour des données techniques, réalisation des devis industriels.
- **Qualité Hygiène Sécurité & Environnement (QHSE)** : respect des normes et des conditions environnementales, amélioration continue de la production.
- **LEAN** : amélioration continue de la productivité, ergonomie et conditions de travail des salariés.
- **Achats** : participation au plan d'investissement, interface avec les clients et fournisseurs.
- **Logistique industrielle** : consolidation des plans de production, approvisionnement et gestion des fournisseurs.
- **Ressources Humaines (RH)** : recrutement, gestion du personnel, communication interne.
- **Maintenance** : maintien des équipements en bon état, amélioration continue des appareils.

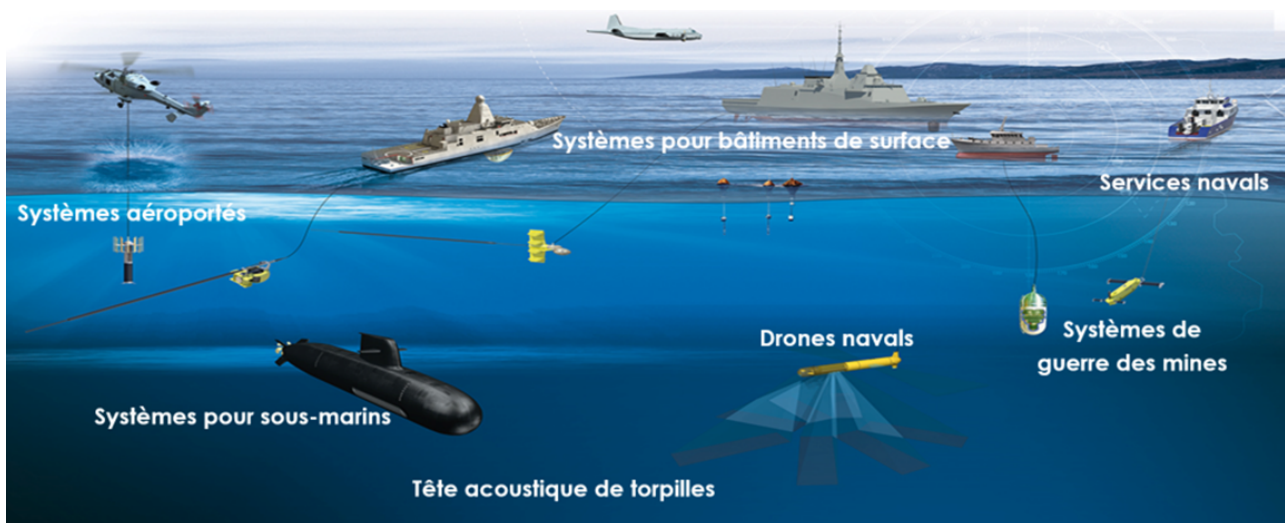


Figure 1.5 – Activités de lutte sous la mer

## 1.2 Présentation du Service

Le Service 4.0 est composé de quatre membres à Thales DMS Gemenos, mais plus de soixante membres tous sites confondus. Le but de l'automatisme 4.0 est de proposer et d'innover pour optimiser l'industrie tout en connectant les sites via des capteurs et des solutions nouvelles en tout genre.



### 1.2.1 Organigramme

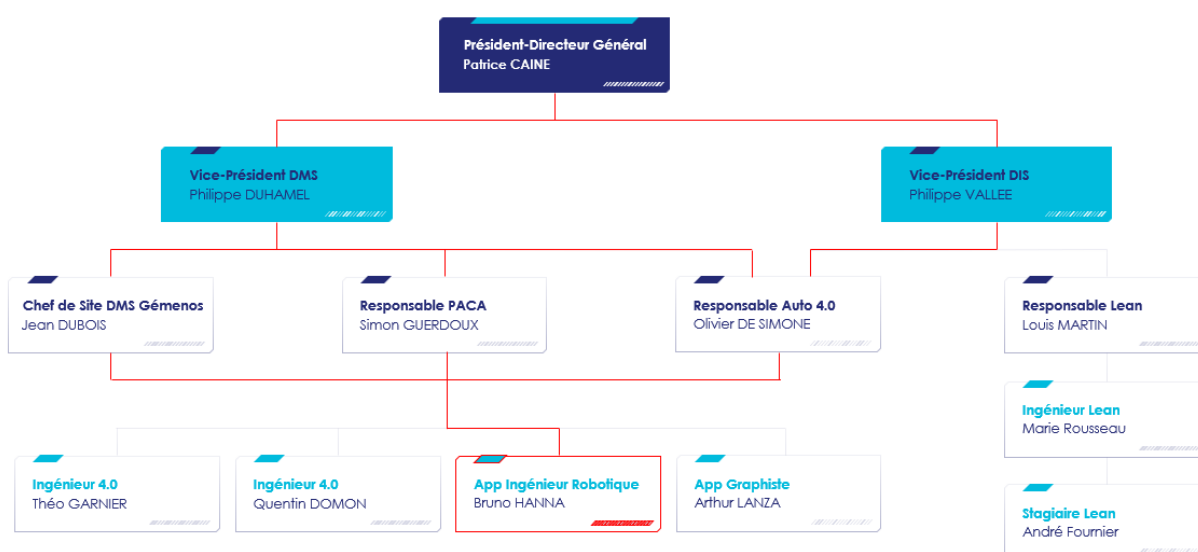


Figure 1.6 – Organigramme simplifié du Service 4.0 de Thales DMS

L'organigramme a été grandement simplifié car Thales est une très grande entreprise avec une hiérarchie très étendue. Cependant, elle se différencie par le fait qu'il y a très peu de niveaux de grade. L'objectif est de maintenir un maximum de personnes au même niveau hiérarchique pour permettre une collaboration plus efficace et une meilleure communication entre les membres.

### 1.2.2 Missions et Objectifs

Les missions principales du Service 4.0 incluent :

- Développement et intégration de solutions d'automatisation pour l'industrie.
- Mise en place de capteurs connectés pour améliorer la surveillance et la maintenance prédictive.
- Innovation continue pour proposer des solutions optimales et adaptées aux besoins spécifiques de chaque site.
- Collaboration avec d'autres services et sites pour assurer une cohésion et une uniformité des processus.

### 1.2.3 Projets en Cours

Le Service 4.0 se concentre sur plusieurs projets clés pour la transformation numérique de l'industrie. Tout d'abord, la dématérialisation des ateliers avec la suppression du papier, la digitalisation des instructions et la saisie automatique des résultats de tests permet de réduire les temps de saisie et les erreurs d'écriture, tout en connectant les outils du groupe via un Cloud sécurisé. Des bancs de test connectés, des lecteurs de codes-barres, des tablettes et des écrans tactiles facilitent la gestion visuelle et opérationnelle des ateliers.

Ensuite, la digitalisation des PVMs (Plans de Vérification et de Mesure) améliore la visibilité des résultats pendant les vérifications. Avant cette initiative, les PVs étaient stockés manuellement et ressaisis dans Excel, impliquant une validation multi-acteurs et un découpage manuel. Après la digitalisation, les résultats sont accessibles en temps réel via SIGMA, avec une réduction de 30 % des données saisies et une facilité accrue de relecture des PVs.

Enfin, l'usine connectée est mise en œuvre avec la connexion des machines et des ateliers, la surveillance de l'environnement, la maintenance prédictive, et l'utilisation de capteurs sans-fil et de PC industriels. La communication sécurisée entre les équipements de production et le Cloud Thales permet une plus grande maîtrise des procédés et un suivi statistique précis de la production, améliorant ainsi la gestion et la prévisibilité des opérations industrielles.

# Mission Principal

## 2.1 Analyse Fonctionnelle

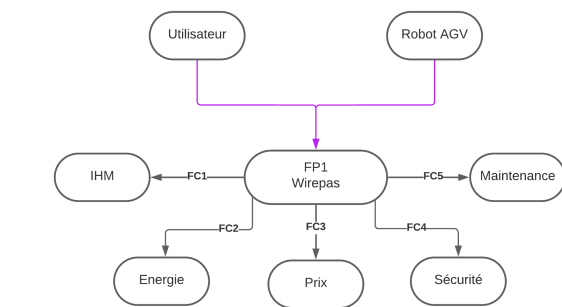
Dans le cadre de l'analyse fonctionnelle du projet, deux outils principaux sont utilisés pour décomposer et comprendre les fonctions du système : la "Bête à Cornes" pour identifier la fonction globale du système et le "Diagramme Pieuvre" pour analyser les interactions du système avec son environnement.

### 2.1.1 La Bête à Cornes

La "Bête à Cornes" ci-dessous illustre la fonction globale du système étudié. Le système, dans ce cas, est conçu pour établir une communication sécurisée et fiable entre l'utilisateur et le robot AGV en utilisant la technologie WirePas.

### 2.1.2 Le Diagramme Pieuvre

Le "Diagramme Pieuvre" est un outil d'analyse fonctionnelle externe qui permet de visualiser les interactions entre le système et les éléments de son environnement. Ce diagramme aide à identifier les Fonctions Principales (FP) et les Fonctions de Contraintes (FC) liant le système à son environnement.



FP1 : Contrôle d'un robot AGV via Wirepas  
FC1 : Contrôle intuitif et possibilité de supervision du robot AGV.  
FC2 : Efficacité de la compression des données et faible consommation énergétique du module Wirepas.  
FC3 : Coût de production suffisamment bas pour permettre une implémentation sur plusieurs sites.  
FC4 : Communication entièrement cryptée pour garantir une sécurité maximale des échanges.  
FC5 : Maintenance simplifiée afin de faciliter l'implémentation et l'usage quotidien.

Figure 2.1 – Le Diagramme Pieuvre

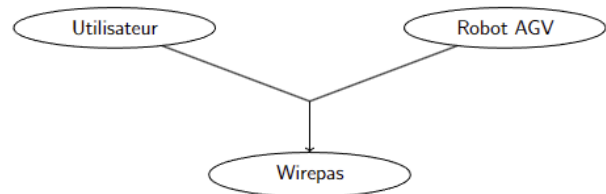


Figure 2.2 – Diagramme Bête à Cornes

## 2.2 Résumé du document "Communication WirePas"

L'objectif principal de ce projet est de surmonter les restrictions de communication sans fil imposées par Thales DMS en intégrant une clé USB Thetis-I Wirepas avec Node-Red. Cette intégration permet d'envoyer et de recevoir des messages via des gateways, facilitant ainsi la connexion des robots AGV en utilisant Wirepas plutôt que le WiFi.

### 2.2.1 Composition du Projet

#### Contexte et Justification

Ce projet est motivé par le refus de Thales d'utiliser le WiFi, en raison des préoccupations de sécurité et de fiabilité dans un environnement industriel critique. La technologie Wirepas a été choisie comme alternative en raison de son adoption préalable par Thales DMS et de sa capacité à répondre aux exigences strictes de sécurité.

#### Exigences Techniques

Les exigences techniques du projet incluent :

- **Communication sécurisée** : Utilisation de mécanismes de cryptage avancés pour garantir la confidentialité et l'intégrité des données.
- **Communication rapide** : Minimisation de la latence pour permettre un contrôle en temps réel.
- **Basse consommation** : Efficacité énergétique pour un fonctionnement prolongé sur des dispositifs alimentés par batterie.

#### Contraintes et Planification

Le projet est soumis à des contraintes de délais et de budget :

- **Délais courts** : Un calendrier serré nécessitant une exécution rapide.
- **Budget conséquent** : Une flexibilité dans le choix des technologies grâce à un budget important.

La planification du projet s'étend sur trois mois, de janvier à mars 2024, et inclut des phases de conception, de sélection de solution, de développement et de finalisation.

#### Risques et Critères de Réussite

Les risques identifiés incluent la fuite de données et l'envoi de données erronées. Les critères de réussite comprennent une communication sécurisée et rapide. La gestion efficace de ces aspects est cruciale pour le succès du projet.

## 2.3 Résumé du document "Interface Homme Machine"

L'objectif initial du projet est de développer une Interface Homme-Machine (IHM) pour le robot MIR AGV. Cette interface sera d'abord réalisée en utilisant Node-RED, puis migrée vers Angular. Elle permettra d'afficher une carte du site, de visualiser diverses informations en temps réel, y compris la position et l'orientation du robot, et de fournir la possibilité de commander le robot vers un point spécifique avec confirmation de réception.

### 2.3.1 Composition du Projet

#### Contexte et Justification

La nécessité de ce projet émane du besoin de Thales DMS d'avoir un contrôle précis et en temps réel du robot MIR AGV. L'implémentation d'une IHM efficace permettra de surveiller le robot de manière plus intuitive, et de garantir que toutes les opérations s'effectuent en conformité avec les normes de sécurité et de fiabilité exigées par Thales DMS.

#### Portée du Projet

Le projet se déroulera en deux phases principales :

1. **Phase Node-RED** : Développement d'une première version de l'IHM utilisant Node-RED pour la création rapide de prototypes et la validation des fonctionnalités de base, comme la visualisation de la carte du site et le suivi en temps réel de la position et de l'orientation du robot.
2. **Phase Angular** : Migration de l'IHM vers Angular pour une interface plus robuste et flexible, permettant une meilleure performance et une expérience utilisateur enrichie. Cette phase inclura également des fonctionnalités avancées comme l'envoi de commandes au robot avec confirmation de réception.

#### Exigences Techniques

Les exigences techniques du projet incluent :

- **Visualisation en temps réel** : L'IHM doit permettre la visualisation en temps réel de la carte du site, incluant la position et l'orientation du robot.
- **Commandes du robot** : L'utilisateur doit pouvoir envoyer des commandes au robot pour qu'il se déplace vers un point spécifique, avec une confirmation de réception.

#### Contraintes

Le projet est soumis aux contraintes suivantes :

- **Délais serrés** : Le calendrier du projet est restreint, nécessitant une planification rigoureuse et une exécution efficace pour respecter les échéances fixées.

- **Intégration avec les systèmes existants** : L'IHM doit être compatible avec les infrastructures et les protocoles de communication déjà en place chez Thales DMS.

### Critères de Réussite

Le succès du projet sera évalué selon les critères suivants :

- **Fonctionnalité de l'IHM** : L'IHM doit offrir toutes les fonctionnalités spécifiées, incluant la visualisation en temps réel et l'envoi de commandes avec confirmation.
- **Performance et robustesse** : L'IHM doit fonctionner de manière fluide et sans erreurs, même sous des conditions de charge élevée.

### Planification Préliminaire

Le projet est prévu pour s'étendre sur une période de quatre mois, débutant en mars 2024 et se concluant début mai 2024. Les étapes clés incluent :

- **Mois 1** : Développement de l'IHM de base avec Node-RED, incluant la visualisation de la carte et le suivi du robot.
- **Mois 2** : Tests finaux, optimisation des performances et préparation de la documentation pour la présentation des résultats.

### Risques Potentiels

Les risques suivants ont été identifiés :

- **Problèmes de sécurité** : Adoption de standards de sécurité avancés pour prévenir tout accès non autorisé aux données et aux commandes du robot.
- **Erreurs de communication** : Mise en place de mécanismes de validation pour garantir la précision et la fiabilité des données échangées entre l'IHM et le robot.

# Mission Secondaire

Ce chapitre expliquera les missions secondaires confiées depuis le début de l'alternance. Elles suivent toujours le même schéma général.

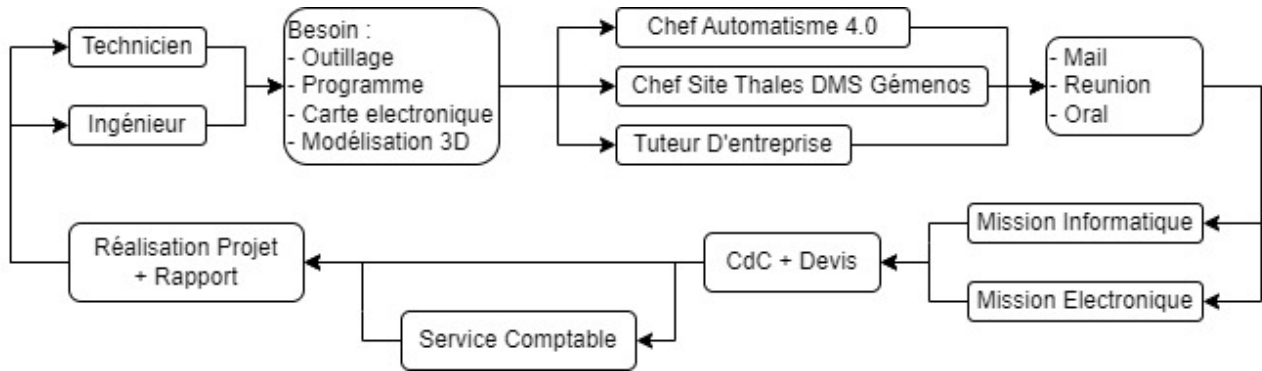


Figure 3.1 – Cycle des missions secondaires

## 3.1 Description du Cycle

Le cycle des missions secondaires débute avec l'identification des besoins spécifiques par les techniciens et ingénieurs, lesquels incluent l'outillage, le programme, la carte électronique, et la modélisation 3D. Ces besoins sont ensuite communiqués soit au chef d'automatismes 4.0, soit au chef de site Thales DMS Gémenos, soit au tuteur d'entreprise. Les échanges peuvent se faire par mail, réunions ou communications orales.

Les chefs et le tuteur transmettent les missions d'informatique et d'électronique, en fournissant les spécifications nécessaires et en s'assurant que les contraintes techniques et de budget sont respectées. Un CdC (Cahier des Charges) et un devis sont rédigés. Si le devis est très élevé, le service comptable est impliqué, sinon le projet peut être réalisé directement.

Une fois les besoins et les devis validés, le projet est réalisé, et un rapport est rédigé pour les ingénieurs ou techniciens. Ce rapport permet de documenter les étapes du projet, les solutions mises en œuvre, et les résultats obtenus.

## 3.2 Exemples de Missions

Voici quelques exemples de missions réalisées, illustrant le processus décrit ci-dessus.

### **Mission 1 : Supervision d'une Machine à Distance**

Cette mission impliquait le développement d'un système de supervision à distance pour une machine industrielle. L'objectif était de permettre à un opérateur de surveiller l'état de fonctionnement de la machine directement depuis son bureau, grâce à un indicateur visuel simple.

Le système utilise un capteur monté sur la machine pour détecter son état opérationnel. Lorsque la machine est en marche, le capteur envoie un signal à un Arduino, qui allume une LED placée dans le bureau de l'opérateur. Ce dispositif permet une surveillance en temps réel sans nécessité de présence physique continue près de la machine, optimisant ainsi le temps et la réactivité de l'opérateur en cas de dysfonctionnement.

### **Mission 2 : Conception d'un Support pour Seringue**

Cette mission avait pour but de concevoir un support spécifique pour une seringue utilisée dans un processus de mélange de deux textures différentes afin de créer une colle très puissante. La seringue devait être maintenue de manière stable et précise pour assurer un mélange homogène des substances.

Le support a été conçu en utilisant SolidWorks, en tenant compte des dimensions exactes de la seringue et des contraintes mécaniques du processus de mélange. Le design devait permettre un alignement parfait des deux substances entrant dans la seringue, ainsi qu'une manipulation facile et sécurisée par l'utilisateur.



# Portfolio

APPRENTISSAGES CRITIQUES			NC	1	2	3	4
CONCEVOIR	AC21.01	Proposer des solutions techniques liées à l'analyse fonctionnelle					
	AC21.02	Dérisquer les solutions techniques retenues					
VERIFIER	AC22.01	Identifier les tests et mesures à mettre en place pour valider le fonctionnement d'un système					
	AC22.02	Certifier le fonctionnement d'un nouvel équipement industriel					
MAINTENIR	AC23.01	Exécuter l'entretien et le contrôle d'un système en respectant une procédure					
	AC23.02	Exécuter une opération de maintenance (corrective, préventive, améliorative)					
IMPLANter	AC24.01	Appliquer la procédure d'installation d'un système					
	AC24.02	Exécuter la mise en service d'un système en respectant la procédure					

Figure 4.1 – Grille d'Auto Évaluation

## 4.1 Proposition de Solutions Techniques liées à l'Analyse Fonctionnelle

### Réalisations

- Conception et impression de composants 3D
- Formations : SolidWorks, Angular, Node-Red, GNU-Radio, Codesys, Énergie, LabView
- Développement de variateurs de vitesse
- Interception et décodage de trames ADS-B

### Contexte

Les projets mentionnés ont été réalisés dans le cadre du programme BUT GEII, avec des applications pratiques telles que le développement du robot AGV et d'autres initiatives techniques.

### Axes d'Amélioration

Amélioration continue des compétences techniques grâce à des formations spécialisées et à la mise en pratique des connaissances acquises au travers de projets concrets.

### Preuves

- Rapports détaillés sur les projets réalisés, notamment pour le robot AGV

- Validation des solutions techniques par des organismes tels que le HSE

## **4.2 Gestion des Risques Techniques des Solutions Retenues**

### **4.2.1 Réalisations**

- Validation rigoureuse des projets par les professeurs
- Élaboration de rapports techniques détaillés

## **4.3 Identification et Mise en Place des Tests et Mesures de Validation Systémique**

### **4.3.1 Axes d'Amélioration**

- Développement de dossiers de recette et de rapports de tests pour démontrer le bon fonctionnement des systèmes
- Validation des pièces et composants requis par les différents départements
- Augmentation de la fréquence des réunions pour une meilleure coordination

## **4.4 Entretien et Contrôle des Systèmes selon les Procédures Établies**

### **4.4.1 Réalisations**

- Formation approfondie sur la maintenance préventive, corrective et améliorative des systèmes

## **4.5 Application des Procédures d'Installation des Systèmes**

### **4.5.1 Réalisations**

- Mise en service de systèmes selon les procédures établies, incluant l'interception et le décodage de trames ADS-B

### **4.5.2 Contexte**

Projet de mise en service réalisé dans le cadre du robot AGV, validé par les professeurs avec production d'un rapport détaillé sur les étapes critiques.

### **4.5.3 Axes d'Amélioration**

Encouragement à contacter les services clients pour toute assistance technique complémentaire.

### **4.5.4 Preuves**

- Rapports validés par les professeurs confirmant le respect des procédures d'installation et de mise en service

# Conclusion

Ce rapport vise à fournir une analyse détaillée des travaux effectués durant mes huit mois d'alternance, en mettant particulièrement l'accent sur les projets informatiques réalisés au sein de Thales. Cette période a été marquée par l'acquisition de compétences techniques avancées et par une immersion approfondie dans le monde de l'entreprise.

Quentin Domon a su me faire découvrir le monde de l'entreprise et ses codes. Malgré les défis posés par mon caractère parfois en décalage avec les normes d'entreprise, Quentin Domon a su s'adapter et prendre le temps de m'expliquer comment agir.