



Cahier des charges du projet de fin d'études

Mise à jour à distance d'un capteur connecté



EVALUATION DU CAHIER DES CHARGES DU PROJET INDUSTRIEL (CDCPI)		
	Le tuteur entreprise coche chaque case lorsqu'il considère que l'item est validé	Si la case n'est pas cochée, le tuteur doit le justifier ci-dessous.
IDENTIFICATION DE LA PROBLEMATIQUE		
• Présentation synthétique du sujet	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Prise de recul, prise en compte du contexte	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Identification des enjeux pour l'entreprise	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Identification des objectifs pour l'apprenti ingénieur	<input checked="" type="checkbox"/>	
MISE EN VALEUR DE LA DEMARCHE		
• Présentation de la démarche à mettre en œuvre	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Présence d'un planning prévisionnel ou d'un échéancier réaliste et des points de contrôle	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Identification des tâches à réaliser	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Identification des ressources mobilisées	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Présentation de la dimension technique du projet	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Présentation de la dimension économique du projet	<input checked="" type="checkbox"/>	
QUALITE DU DOCUMENT		
• Structure du document	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Expression	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Grammaire, orthographe	<input checked="" type="checkbox"/>	
Remarques du tuteur CESI si des écarts sont constatés (mettre RAS si tout est OK)		
RAS		
Signatures		
L'apprenti : Robin Coste 	Le tuteur entreprise : Denis Le Hegarat 	Le tuteur CESI :
Date : 31/01/2024		

Ce document doit être intégré en 2^{ème} page du CDCPI final remis au CESI au plus tard 01/02/2024 Il doit impérativement être signé par les 3 parties (apprenti, tuteur entreprise, tuteur CESI).

Table des matières :

Tables des figures :	4
I. Introduction	5
II. Présentation du projet	6
a. Contexte	6
b. Sujet	7
c. Enjeux	7
d. Objectifs	8
e. Gestion de projet	8
III. Mise en œuvre	9
a. Work Breakdown Structure (WBS)	9
b. Ressources Breakdown Structure (RBS)	10
c. Planning prévisionnel	11
d. Analyse de risque	12
e. Analyse financière	13
f. Organization Breakdown Structure (OBS)	14
g. Product Breakdown Structure (PBS)	15
IV. Indicateur de réussite	16
V. Conclusion	17

Tables des figures :

Figure 1: Vues application Vegetal Signals	6
Figure 2: Capteur Vegetal Signals	6
Figure 3: Connexion du capteur à nos serveurs via LTE-M.....	7
Figure 4: Méthode SCRUM.....	8
Figure 5: WBS	9
Figure 6: RBS.....	10
Figure 7: GANTT	11
Figure 8: Analyse de risque	12
Figure 9: Tableau financier	13
Figure 10: OBS	14
Figure 11: PBS.....	15

I. Introduction

Au cours de ma dernière année d'études, je dois réaliser un projet. Ce projet a pour but de me faire découvrir les différentes facettes du métier d'ingénieur, me permettre d'appliquer le savoir acquis pendant mes 3 années d'études, gérer une équipe, un budget, et mener à bien un projet.

Le cahier des charges qui suit spécifiera les différentes attentes et le déroulement du projet. Il définira les attentes de résultat, de gestion humaine, de gestion économique, les différents points qu'un ingénieur est censé gérer dans le cadre de son travail.

Mon cahier des charges se présentera de la façon qui suit. Tout d'abord une présentation générale du projet avec le contexte du développement, le sujet choisi, ses enjeux et objectifs. Ensuite la mise en œuvre du projet avec les différentes méthodes de gestion de projet que j'utiliserai (WBS, RBS, GANTT, OBS, PBS), une analyse financière du projet et une analyse des risques.

II. Présentation du projet

a. Contexte

Vegetal Signals est une entreprise de vente de service à destination du milieu agricole. Elle propose via un capteur de potentiel électrique, des services d'analyses de données et d'outils d'aide à la décision pour les exploitants agricoles. Les informations enregistrées par le capteur VS8 sont remontées jusqu'aux serveurs de Vegetal Signals via le réseau mobile. Une fois sur nos serveurs, les données sont traitées par des modèles d'apprentissage machine et des réseaux neuronaux. Le résultat de ces traitements est enfin remonté sur l'application de l'exploitant qui peut alors choisir l'itinéraire technique à suivre.

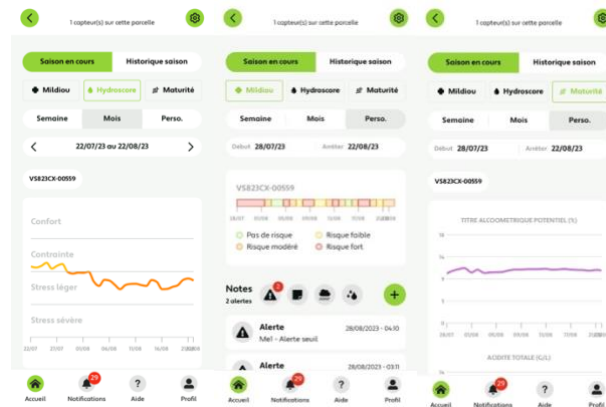


Figure 1: Vues application Vegetal Signals

Le capteur VS8 se présente sous la forme d'un boîtier avec différentes connexions :

- 1 connecteur pour l'alimentation via panneau solaire
- 1 connecteur pour l'antenne de radiocommunication
- 16 connections pour les électrodes de mesure de potentiel électrique.



Figure 2: Capteur Vegetal Signals

Vegetal Signals développe un capteur et le logiciel embarqué permettant la récupération des données de la plante connectée. Le capteur Vegetal Signals est destiné à rester pendant la totalité d'une saison en champ et selon l'abonnement souscrit par l'exploitant, il ne doit pas revenir à nos locaux pendant 3 ans. Lors de ces 3 années pendant lesquels nous n'aurons pas un accès physique au capteur, il nous

faut pouvoir corriger les failles ou les problèmes rencontrés ou faire évoluer les méthodes d'acquisition et d'envoi du signal.

b. Sujet

La solution à ces différentes problématiques est de mettre en œuvre un programme d'amorçage (bootloader) permettant la mise à jour du capteur à distance.

Le rôle du bootloader sera de permettre la mise à jour à distance du code embarqué dans le capteur (mises à jour dites OTA "Over The Air")

Un bootloader est un programme étant exécuté en amont du programme principal et dont le rôle est de charger et lancer un autre programme. Les bootloaders sont caractérisés par des *stages*, ce sont différentes strates en fonction du moment où se lance ce programme et de la criticité d'un bug le contenant.

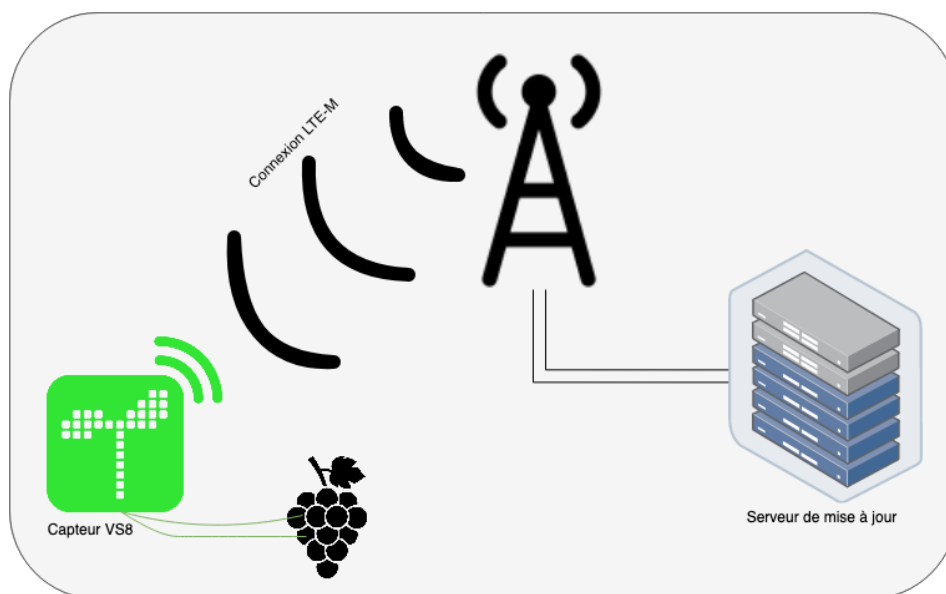


Figure 3: Connexion du capteur à nos serveurs via LTE-M

c. Enjeux

La finalité de ce projet est de permettre de changer et mettre à jour le code embarqué afin d'avoir plus de flexibilité et d'homogénéité sur les fonctionnalités et les formats des données remontées par l'ensemble du parc.

Le bootloader doit nous permettre de réduire les coûts de logistique des capteurs Vegetal Signals. Les contrats que nous avons avec nos clients peuvent durer jusqu'à 3 ans. Actuellement sans la mise à jour *Over The Air*, nos capteurs doivent revenir à chaque fin de saison pour être mis à jour. Grâce à ce bootloader, nous pourrions laisser les capteurs et économiser des frais d'envoi ou de déplacements de technicien. Pour contextualiser, envoyer un technicien nous coûte entre 150 et 200€ sans compter les frais de déplacement et les frais d'envoi et de retour sont de l'ordre de 10 – 15€ par capteur. Avec le bootloader uniquement l'abonnement SIM + forfait IOT est à payer ($\approx 2\text{€}/\text{capteur}$).

d. Objectifs

L'objectif principal de mon projet est de permettre la mise à jour à distance d'un capteur Vegetal Signals.

Objectifs techniques :

- Concevoir un bootloader permettant de mettre à jour et de certifier la validité du code principal contenu dans la mémoire flash.
- Permettre la récupération du fichier de mise à jour via le programme principal et vérifier sa validité après téléchargement.
- Aide à la conception du serveur HTTPS de mise à jour

Objectifs humains :

- Communication avec mon tuteur sur les choix techniques à adopter
- Travail avec l'équipe intégration
- Gestion des réunions et des points d'avancement

Objectifs organisationnels :

- Gestion du projet et des échéances
- Suivi d'avancement et gestion du projet (GIT, journal d'avancement)
- Découpage du projet en tâches permettant un avancement incrémental dans le projet (Scrum)
- Veille sur les implémentations d'un bootloader sur un microcontrôleur RP2040

e. Gestion de projet

Mon projet étant essentiellement logiciel, j'ai choisi d'appliquer une méthode de développement dite Scrum. L'avantage de Scrum est que son application et le développement du projet est établi par des périodes temporaire défini. Chaque tâche est découpée en mini-projet de période temporelle bien défini. Ces périodes appelées *sprint* permettent d'avoir un avancement linéaire et une évolution des spécifications du produit modulaire par rapport aux problèmes techniques ou à des améliorations trouvées dans les sprints précédents.

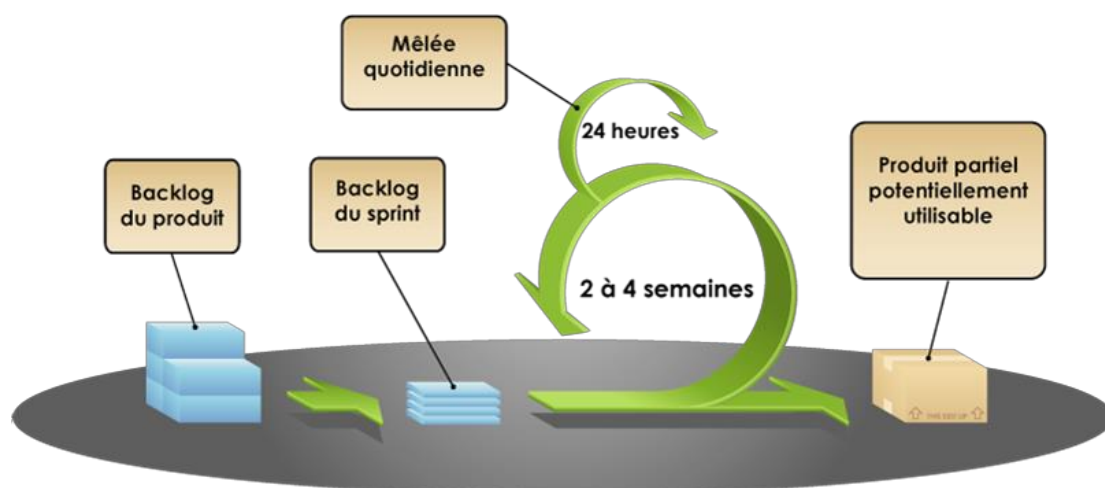


Figure 4: Méthode SCRUM

III. Mise en œuvre

a. Work Breakdown Structure (WBS)

Mon projet de développement d'un bootloader et de mise à jour de logiciel embarquée sera découpé en 4 parties.

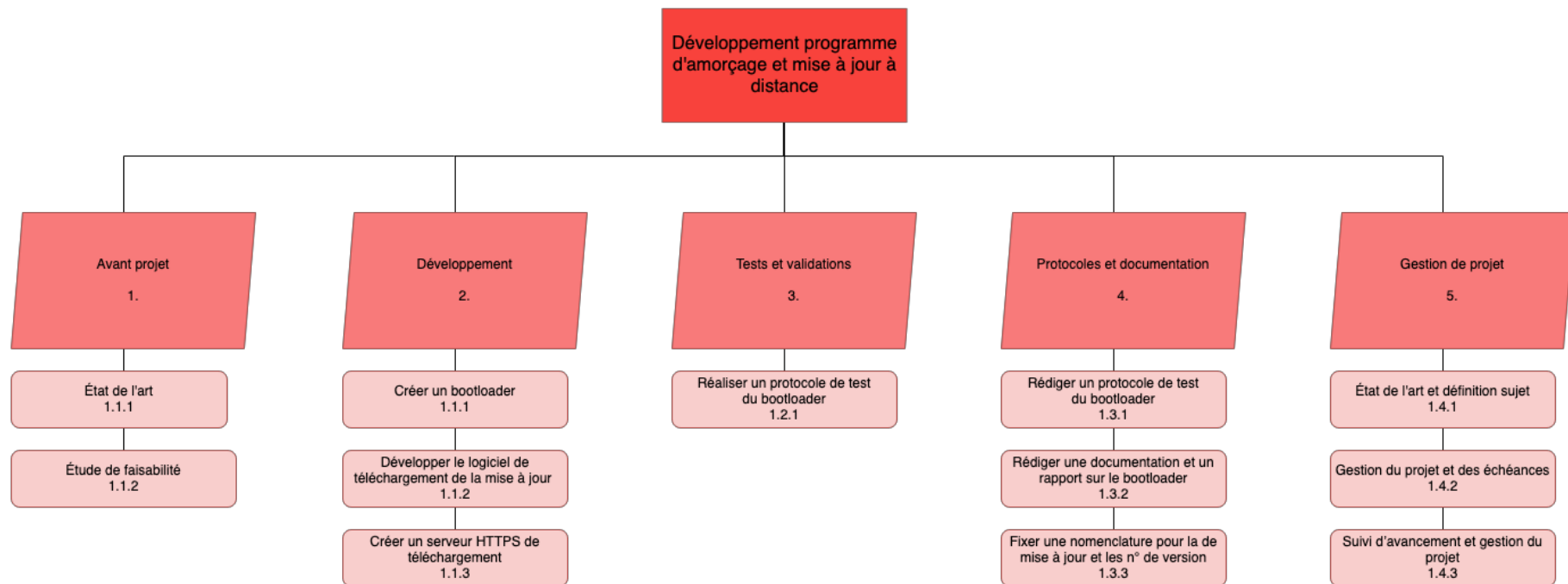


Figure 5: WBS

b. Ressources Breakdown Structure (RBS)

Ce diagramme présente les différentes ressources matérielles et techniques qui me seront allouées sur mon projet.

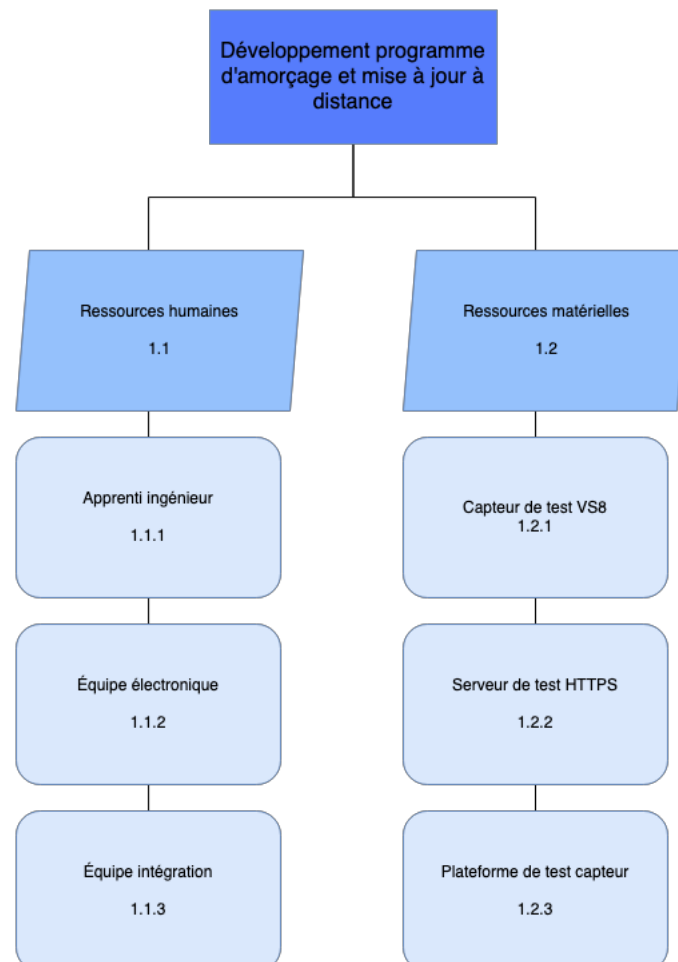


Figure 6: RBS

c. Planning prévisionnel

Ayant des contraintes de temps particulières pour la livraison du produit, mon projet se déroulera du 11 décembre 2023 au 26 avril 2024. Le bootloader doit être prêt à cette date pour être déployé dans les capteurs qui partiront cette année.

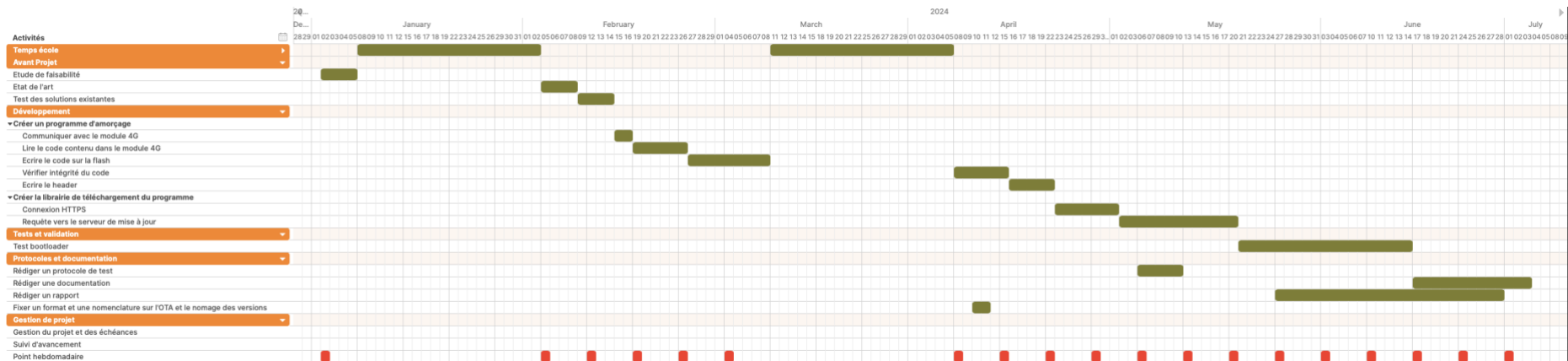


Figure 7: GANTT

d. Analyse de risque

Mon analyse de risque présente les différents imprévus pouvant survenir au cours de mon projet. Le but d'une analyse comme celle-ci est de pouvoir anticiper et mener des actions préventives contre les éventuels problèmes. Mon analyse est découpée en 2 parties : dans un premier temps la liste des différents risques, ensuite une matrice comportant les risques. Le rôle de la matrice est surtout de pouvoir donner une indication visuelle en représentant en abscisse et ordonnées mon projet.



Figure 8: Analyse de risque

e. Analyse financière

Mon analyse financière détaille les points de dépense nécessaires à la réalisation de mon projet. Le projet étant essentiellement logiciel, les plus gros points de dépense sont les temps de travail de chaque partie prenante du projet. Le capteur utilisé pour les tests sera un capteur de notre stock. Il nous sera en revanche nécessaire d'acquérir un serveur afin de permettre le téléchargement des mises à jour.

N°	Objet	Coût (€)	Quantité (h ou unit)	Total (€)
1	Temps alternant	9,21	588	5415,48
2	Temps ingénieur hardware	17,4	50	870
3	Temps équipe intégration	17	10	170
4	PC serveur	649,94	1	649,94
5	Capteur de test	0 (stock)	1	0
6	Jlink Base	398	1	398
7	Forfait IOT Objenious	2	(mois) 7	14
Coût total				7517,42

Figure 9: Tableau financier

f. Organization Breakdown Structure (OBS)

En tant que chef de projet, je serai à ce titre responsable du bon déroulement des étapes de ce projet. Mon tuteur sera quant à lui en support et en validation sur chacune des étapes du projet. Pour l'étape de développement du serveur, je serai assisté par un membre de l'équipe intégration qui gère l'appliquatif et la distribution des données au sein de l'entreprise, à ce titre la validation de cette spécification leur est délégué.

		Acteurs		
		Chef de projet	Ingénieur senior électronique	Équipe intégration
Étapes	Avant-projet	R + P	S + V	
	Spécifications	R + P	S + V	
	Développement bootloader	R + P	S + V	
	Développement logiciel de téléchargement maj	R + P	S + V	
	Développement serveur HTTPS	R + P	S	P + V
	Test et validations	R + P	S + V	
	Protocoles et documentation	R + P	S + V	
	Gestion du projet	R + P	S + V	

R	Responsabilité
P	Production
V	Validation
S	Support

Figure 10: OBS

g. Product Breakdown Structure (PBS)

Le produit final est découpé en trois parties. Le bootloader qui permettra de remplacer le code en mémoire par le nouveau code téléchargé. La librairie de téléchargement de la mise à jour qui récupérera le fichier de MAJ via le programme principal. Le serveur HTTPS qui sera chargé de la distribution de la mise à jour au capteur en faisant la requête.

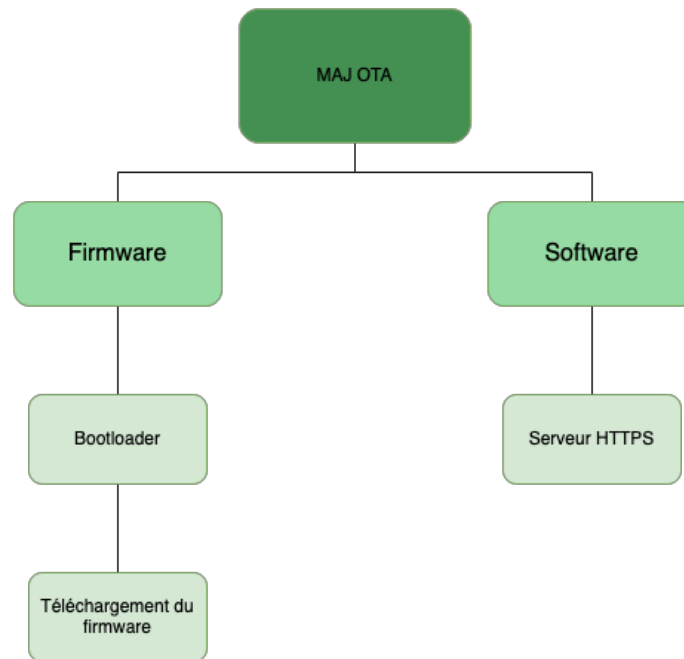


Figure 11: PBS

IV. Indicateur de réussite

La réussite de ce projet se mesura par la réponse au cahier des charges précédent et au tenu des délais fixés. En effet, la mise à jour à distance est indispensable pour la campagne de déploiement capteur 2024, les attentes sont fortes et la fiabilité de ce produit est cruciale étant donné qu'il sera déployé aussi vite que possible.

Par la suite, le projet pourra être amélioré via différentes pistes auxquelles nous avons déjà songés (mise à jour différencié, bootloader autonome sur le téléchargement, bootloader auto-mis à jour...).

V. Conclusion

Ce cahier des charges servira de guide au cours du projet, il m'aidera à tenir mes délais et à prendre des décisions cohérentes au bon déroulement du projet. C'est un document fondamental pour la planification du projet.

La conduite de ce projet me permettra de m'épanouir en tant que chef de projet et le rendu de ce cahier des charges en est le premier témoin. Ce projet me permettra d'apporter plus de formalisme dans mon travail d'ingénieur et me permettra de me familiariser avec les contraintes administratives, organisationnels et financières d'un projet.