

République Tunisienne  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

Université de Monastir

Institut Supérieur des Etudes  
Technologiques de Mahdia



**Master Professionnel :**  
Co-construit Développement  
des services IoT

**Projet de fin d'études**  
N° d'ordre :...

---

# Rapport

*présenté à*

**Institut Supérieur des Etudes  
Technologiques de Mahdia**

*par*

**Nermine Hadj Mohamed  
Wassim Snen  
Lamia Rouag  
Sana Moussa  
Aya Hajri**

---

**Développement d'un Système de Pointage Basé sur la  
Reconnaissance Faciale**

---

**M. Abida Mounir**

**Superviseur du stage**

Année universitaire 2023/2024



---

# Remerciements

Tout premier lieu, nous remercions **ALLAH** de nous avoir accordé les forces pour survivre, la  
courage et la patience afin d'accomplir ce travail.

Nos sincères remerciements et notre profonde gratitude vont **M.Abida Mounir**, superviseur  
de projet pour sa collaboration avec nous dans l'accomplissement de ce travail.

Enfin, Un grand merci à tous **les enseignants de l'ISET Mahdia** qui ont contribué à nos  
formation en partageant leurs connaissances et leur savoir-faire.



---

# TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>v</b>
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b>	<b>vii</b>
<b>1 Cadre du projet</b>	<b>2</b>
1.1 Introduction . . . . .	2
1.2 Présentation de l'entreprise . . . . .	2
1.2.1 Présentation d'entreprise ISET Mahdia . . . . .	2
1.2.2 Secteur d'activités . . . . .	3
1.3 Cahier de charge du projet . . . . .	3
1.3.1 Besoins fonctionnels . . . . .	3
1.3.2 Besoins non fonctionnels . . . . .	4
1.3.3 Identification des acteurs . . . . .	4
1.4 Méthode de développement . . . . .	4
1.4.1 Méthode adoptée . . . . .	5
1.4.2 Constitution de l'équipe . . . . .	5
1.5 Etude de l'existant . . . . .	6
1.5.1 Description de l'existant . . . . .	6
1.5.2 Critique de l'existant . . . . .	7
1.6 Solution proposée . . . . .	8
1.7 Architecture globale du logiciel . . . . .	8
1.8 Product Backlog de pointage . . . . .	9
1.9 Diagramme des cas d'utilisation global . . . . .	11
1.10 Diagramme de Gantt du projet (planification) . . . . .	12
1.11 Établissement de la Definition of Done . . . . .	13

1.12 Conclusion . . . . .	13
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>13</b>



---

# LISTE DES FIGURES

1.1	Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Mahdia . . . . .	2
1.2	Secteur d'activités . . . . .	3
1.3	Processus de la méthode scrum . . . . .	6
1.4	Architecture globale du logiciel . . . . .	9
1.5	Diagramme de cas d'utilisation . . . . .	12
1.6	Diagramme de Gantt . . . . .	12



---

# LISTE DES TABLEAUX

1.1	Tableau de comparaisondes méthodes de suivi de la présence des employés. . .	7
1.2	Tableau des User Stories avec Priorités . . . . .	10



---

# **LISTE DES ABRÉVIATIONS**



---

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'introduction d'un système de pointage basé sur la reconnaissance faciale constitue une avancée significative dans la gestion du temps et l'assiduité au travail. Cette innovation répond aux besoins croissants des entreprises en matière d'efficacité opérationnelle et de simplification des processus administratifs. En comparaison avec les méthodes traditionnelles telles que les badges ou les cartes magnétiques, la reconnaissance faciale offre une solution fiable de pointage tout en offrant une expérience utilisateur fluide et sans contact.

Ce progrès technologique suscite un intérêt croissant chez les employeurs cherchant à simplifier la gestion du temps, ainsi que chez les employés en quête de processus de travail plus efficaces et flexibles. Cependant, il soulève également des préoccupations éthiques et de confidentialité, soulignant ainsi la nécessité de mettre en place des garanties appropriées pour protéger les droits et la vie privée des individus.

Cette introduction jettera les bases pour explorer plus en détail les différentes dimensions et implications du développement du système de pointage basé sur la reconnaissance faciale. En parallèle, notre sujet de recherche porte sur le développement d'une application dédiée à cette technologie, baptisée "Pointage". Au cours de notre stage de quatre mois, nous avons été chargés de concevoir et développer cette application web et mobile destinée au chef du personnel pour faciliter le pointage basé sur la reconnaissance faciale. Ce projet a été dirigé selon le cadre de processus Scrum, impliquant une recherche théorique approfondie dans le domaine des avancées scientifiques et techniques de la reconnaissance faciale.

Le rapport de ce Projet suivra une structure définie, débutant par la présentation de l'organisme d'accueil Astrolab et du cahier des charges de notre application. Il se conclura par une "méthode de développement" adoptée et la description de l'architecture du système. Les chapitres suivants



détailleront l'effort investi dans chaque sprint du projet, mettant en lumière les user stories affectées, le dossier conceptuel, et les captures d'écran des incréments potentiellement livrables. Dans un souci de clarté, les termes usuels anglais de Scrum et d'autres techniques seront maintenus dans la rédaction de ce PFE, préservant ainsi le sens original. La conclusion générale résumera et évaluera notre travail, tout en ouvrant des perspectives pour l'avenir de ce projet.

Chapitre

1

---

# Cadre du projet

## 1.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous commençons par aborder le contexte général du projet. Dans un premier temps, nous présenterons l'organisme d'accueil ainsi que ses domaines d'activités. Ensuite, le cahier des charges du sujet sera exposé, suivi d'une étude comparative de l'existant sur le marché. L'architecture logicielle préconisée et le Product Backlog priorisé seront ensuite présentés. Enfin, nous passerons à la planification des sprints pour la réalisation de notre application.

## 1.2 Présentation de l'entreprise

### 1.2.1 Présentation d'entreprise ISET Mahdia

L'**ISET de Mahdia** a été créé en septembre 2001 par le décret n°1456/2001 du 15 juin 2001.



FIGURE 1.1 – Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Mahdia

Les missions fondamentales l'ISSET de Mahdia sont :

- La formation de techniciens supérieurs dans des domaines adaptés aux besoins de l'économie régionale et nationale.
- L'insertion professionnelle des diplômés.
- Le soutien à la création d'entreprise dans les secteurs innovants.
- La prestation des services de formation continue, de conseil et d'expertise aux entreprises de la région.

### 1.2.2 Secteur d'activités

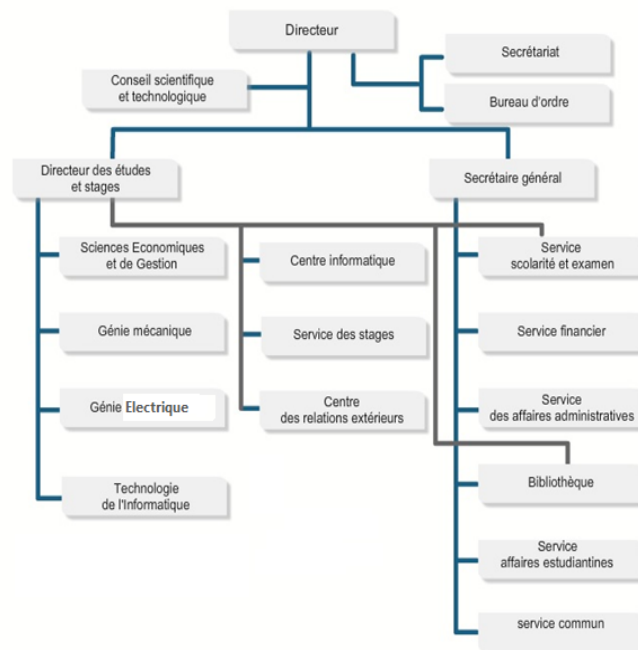


FIGURE 1.2 – Secteur d'activités

## 1.3 Cahier de charge du projet

### 1.3.1 Besoins fonctionnels

Le système de pointage basé sur la reconnaissance faciale devra satisfaire les exigences suivantes.

- Enregistrement des employés avec données personnelles et images faciales.
- Acquisition d'images de qualité à partir de caméras avec une bonne illumination.
- Extraction des caractéristiques faciales des images capturées.
- Comparaison des caractéristiques avec la base de données des employés pour l'identification.
- Enregistrement précis de l'heure d'entrée et de sortie de chaque employé.
- Génération de rapports de pointage pour l'administration.

### 1.3.2 Besoins non fonctionnels

Le système devra répondre aux exigences suivantes :

- **sécurité** : Confidentialité des données des employés et prévention contre les utilisations frauduleuses.
- **Performance** : Identification en temps réel avec un temps de réponse minimal et gestion efficace des demandes de pointage simultanées.
- **Interface Utilisateur** : Interface conviviale pour les employés et les administrateurs.

### 1.3.3 Identification des acteurs

- **Employés** : Utilisent le système pour le pointage.
- **Administrateurs** : Gèrent les données des employés et les rapports de pointage.

## 1.4 Méthode de développement

Le choix de la méthode à utiliser dépend de deux critères principaux : la nature et la taille du projet. Pour les petits projets, le cycle de vie en cascade est généralement suffisant.

Cependant, si les besoins du projet sont évolutifs, il est recommandé d'utiliser une méthode itérative ou basée sur des prototypes. La méthode d'itération la plus courante est la méthode AGILE.

La méthode agile est une approche itérative et collaborative qui permet de prendre en compte les besoins originaux du client et les besoins liés au changement. Elle est connue par ses produits qualifiés et bien finalisés en tenant compte des besoins du client et les changements qui peuvent être effectués.

### 1.4.1 Méthode adoptée

Scrum [1] est un cadre de travail (framework) dans lequel les acteurs peuvent résoudre des problèmes complexes et s'adapter, en fournissant des produits de la plus grande valeur possible de manière efficace et créative. Scrum est :

- **Léger**
- **Facile à comprendre**
- **Difficile à gérer**

Scrum met l'accent sur l'efficacité de la gestion des produits et des techniques de travail afin que vous puissiez améliorer en permanence votre produit, votre équipe et votre environnement de travail.

### 1.4.2 Constitution de l'équipe

Scrum est un framework composé de trois principaux rôles, qui sont :

#### **Product Owner (PO) :**

Il s'agit du représentant du client, celui qui connaît parfaitement et peut définir les fonctionnalités du produit. Le PO est également responsable de leur priorisation et a le pouvoir d'accepter ou de rejeter les tâches réalisées. Il assume le rôle de maître de la réunion de planification de Sprint.

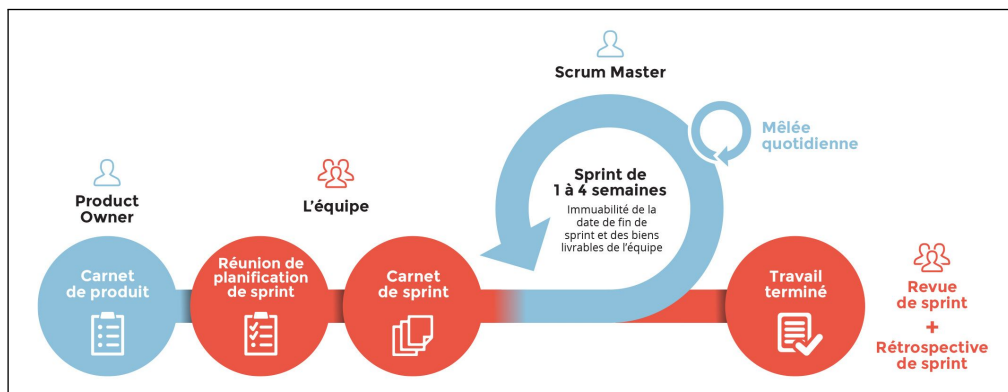
Dans le cas de la réalisation de mon projet, le PO est Monsieur Mohamed DARDOURI. **Scrum**

#### **Master (SM) :**

Madame Hédia JEGHAM assume le rôle de Scrum Master. Elle est chargée de superviser le processus, d'assurer un travail complet et productif, et de guider l'équipe de développement dans des environnements organisationnels où Scrum n'est pas encore adopté ni compris. Son objectif est d'aider l'équipe à créer un produit à forte valeur ajoutée. **Équipe de développement**

**(DevTeam) :**

Nous, Sana Dallel, constituons l'équipe de développement et sommes responsables de la réalisation de toutes les fonctionnalités. Il nous incombe de présenter les résultats de notre travail lors de chaque réunion quotidienne (daily meeting). Nous maintenons à jour les spécifications détaillées de notre application et sommes entièrement engagés et responsables de la réalisation des User Stories du Product Backlog.



**FIGURE 1.3 – Processus de la méthode scrum**

## 1.5 Etude de l'existant

### 1.5.1 Description de l'existant

Avant l'introduction de la reconnaissance faciale, plusieurs méthodes traditionnelles de pointage étaient utilisées dans les entreprises pour suivre les heures de travail des employés. Voici un aperçu de ces systèmes :

- **Cartes de Pointage** : Les employés utilisaient des cartes perforées ou des cartes magnétiques. Ils inséraient leur carte dans une machine qui enregistrerait l'heure et la date, créant ainsi un enregistrement de leur présence.
- **Registre Manuel** : Les employés signaient un registre à leur arrivée et à leur départ.
- **Codes PIN** : Certains systèmes utilisaient des codes PIN personnels. Les employés entraient leur code sur un clavier numérique pour enregistrer leur présence.

- **Systèmes de Badgeage** : Les employés portaient des badges électroniques qui étaient scannés à l'entrée et à la sortie.
- **Télépointage** : Certains employés appelaient un numéro de téléphone à une heure précise pour enregistrer leur présence.

## 1.5.2 Critique de l'existant

Voici un tableau récapitulatif des points forts et des points faibles de chaque méthode de suivi de la présence des employés :

Méthode de Suivi	Points Forts	Points Faibles
Cartes de Pointage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilité d'utilisation.</li> <li>- Enregistrement automatisé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque de perte ou de partage de cartes.</li> <li>- Dépendance à une machine.</li> </ul>
Registre Manuel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible coût de mise en place.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujette aux erreurs et à la fraude.</li> <li>- Gestion fastidieuse des registres.</li> </ul>
Codes PIN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativement sécurisé en cas de non-partage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque de partage ou d'oubli des codes PIN.</li> </ul>
Cartes d'Identité avec Bande Magnétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plus avancée que certaines méthodes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne garantit pas l'authenticité de l'identité de l'employé.</li> </ul>
Systèmes de Badgeage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efficace et automatisé.</li> <li>- Réduction des erreurs humaines.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vulnérable à la fraude par partage de badge.</li> <li>- Coût d'acquisition des systèmes.</li> </ul>
Biométrie d'Empreintes Digitales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haute sécurité en termes de reconnaissance d'identité.</li> <li>- Difficile à frauder.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite un contact physique, potentiellement peu hygiénique.</li> <li>- Coût élevé de mise en place.</li> </ul>
Télépointage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible coût de mise en place.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépendant de la fiabilité des appels téléphoniques.</li> <li>- Risque d'appels frauduleux depuis des téléphones partagés.</li> </ul>

**TABLE 1.1 – Tableau de comparaison des méthodes de suivi de la présence des employés.**

Après avoir examiné les critiques des méthodes de pointage existantes, le choix d'un système basé sur la reconnaissance faciale semble être une option solide. La reconnaissance faciale offre une haute sécurité, éliminant les risques de fraude, tout en restant hygiénique, ce qui est essentiel dans le contexte actuel. De plus, elle automatise le processus de pointage, réduisant les erreurs humaines et les tâches fastidieuses. Bien que des coûts initiaux et des besoins matériels spécifiques puissent être impliqués, ces avantages surpassent largement les inconvénients, faisant de la reconnaissance faciale un choix efficace et fiable pour gérer la présence des employés.

### 1.6 Solution proposée

Le projet vise à développer un système de pointage basé sur la reconnaissance faciale qui permettra aux employés de s'identifier rapidement et précisément. La solution comprendra les éléments suivants :

- Acquisition d'images faciales à partir de caméras.
- Traitement des images pour extraire les caractéristiques faciales.
- Comparaison des caractéristiques avec une base de données d'employés.
- Enregistrement des données de pointage.

### 1.7 Architecture globale du logiciel

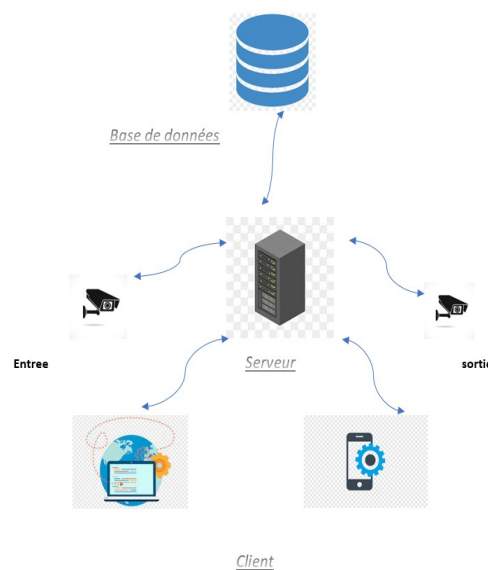
Dans Scrum, il est formellement déconseillé pour la DevTeam de consacrer tout un sprint à étayer les infimes détails de l'architecture d'une application. Celle-ci se construira au fur et à mesure de l'intégration des incréments des différents sprints. Toutefois, le Product Owner, de par sa maîtrise de son produit, dispose d'une vision claire et globale de son architecture physique et logique. C'est cette architecture globale que nous expliquons dans ce qui suit.

Dans Pointage, l'employé et l'administrateur peuvent interagir avec le système. Au premier niveau, l'administrateur utilise un ordinateur pour accéder à ses interfaces Web, qui permettent l'envoi des requêtes au serveur et l'affichage des réponses. L'employé, de son côté, peut se



connecter par son smartphone pour gérer son profil en envoyant des requêtes. Cet employé est constamment capturé par des caméras, d'entrée et de sortie, lors de son passage afin d'informer le serveur de sa présence.

Au deuxième niveau, le serveur d'applications Python va recevoir, de par son rôle, toutes les requêtes des clients pour réaliser son traitement et envoyer les réponses à l'employé ou à l'administrateur. Ce serveur a souvent besoin de prendre ou de mettre à jour quelques données, et il doit interroger la base. Dans le dernier niveau, la base de données va stocker les données et les fournir au serveur sur demande.



**FIGURE 1.4 – Architecture globale du logiciel**

## 1.8 Product Backlog de pointage

Un Product Backlog contient une liste des éléments fonctionnels nécessaires pour l'accomplissement du produit. Le Product Backlog de Pointini est présenté dans ce tableau. Il comprend les champs suivants :

**ID :** C'est un numéro unique attribué à chaque User Story.

**User Stories :** Ce sont des phrases qui décrivent les fonctionnalités souhaitées par le client.

**Priorité :** C'est le niveau de priorité assigné au développement de chaque User Story. J'ai réalisé une étude pour répartir les histoires par priorité selon les normes suivantes :

- La complexité
- La priorité est répartie comme suit :
  - Élevée : doit être réalisée.
  - Moyenne : devrait être réalisée dans la mesure du possible.
  - Faible : pourrait être réalisée dans la mesure où cela n'a pas d'impact sur les autres tâches.

ID	User Stories	Priorité
1	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir à tout moment, consulter l'état des employés (la présence, l'absence)	Élevée
2	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir avoir en temps réel, le nombre des employés présents ou absents	Élevée
3	En tant qu'administrateur, je peux entraîner mes caméras sur de nouveaux employés en utilisant la méthode de calcul par distance Euclidienne	Élevée
4	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir supprimer des employés	Élevée
5	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir modifier des employés	Élevée
6	En tant qu'administrateur, je peux être capable d'activer mes caméras	Élevée
7	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir détecter les absences pour toute période souhaitée	Élevée
8	En tant qu'employé, je veux pouvoir consulter mon profil	Moyenne
9	En tant qu'employé, je veux pouvoir consulter mes historiques d'absences	Moyenne
10	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir consulter la liste des employés	Faible
11	En tant qu'administrateur, je veux pouvoir modifier la photo de l'employé	Faible
12	En tant qu'employé, je veux pouvoir envoyer une réclamation	Faible

**TABLE 1.2 – Tableau des User Stories avec Priorités**

## 1.9 Diagramme des cas d'utilisation global

Les diagrammes de cas d'utilisation[2] décrivent les fonctions générales et la portée d'un système. Ces diagrammes identifient également les interactions entre le système et ses acteurs. Les cas d'utilisation et les acteurs dans les diagrammes de cas d'utilisation décrivent ce que le système fait et comment les acteurs l'utilisent, mais ne montrent pas comment le système fonctionne en interne.

### — Cas d'utilisation :

Un cas d'utilisation décrit une fonction qu'un système exécute pour atteindre l'objectif de l'utilisateur. Un cas d'utilisation doit renvoyer un résultat observable qui est utile pour l'utilisateur du système.

### — Acteurs :

Un acteur représente un rôle d'un utilisateur qui interagit avec le système que vous modélisez. L'utilisateur peut être un utilisateur humain, une organisation, une machine ou un autre système externe.

### — Relations dans les diagrammes de cas d'utilisation :

En langage UML, une relation est une connexion entre des éléments de modèle. Une relation UML est un type d'élément de modèle qui ajoute une sémantique à un modèle en définissant la structure et le comportement entre les éléments du modèle.

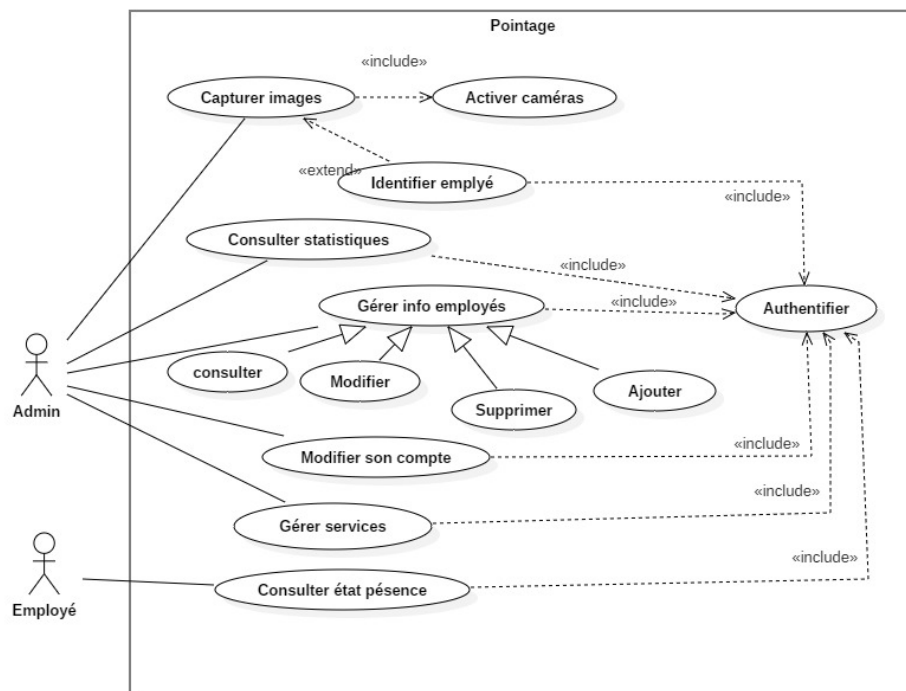


FIGURE 1.5 – Diagramme de cas d'utilisation

## 1.10 Diagramme de Gantt du projet (planification)

Les différentes étapes de réalisation de ce projet, ainsi que la période de rédaction du rapport pendant la durée du stage de 4 mois, qui s'étend du 01 octobre jusqu'au 31 décembre, sont représentées par le diagramme de Gantt de la figure suivante.

Il s'agit de la planification des sprints jugés nécessaires pour aboutir à la première release.

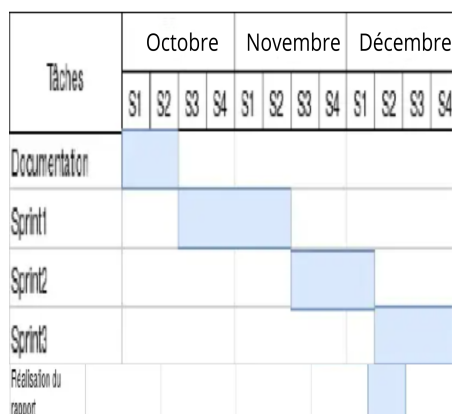


FIGURE 1.6 – Diagramme de Gantt

## 1.11 Établissement de la Definition of Done

Dans le paragraphe qui suit, nous établissons notre Definition of Done (DoD), censée être un standard de qualité de la société. C'est sur la base de la DoD que le Product Owner accepte ou refuse un incrément potentiellement livrable au cours d'un Sprint. Les éléments que peut contenir cette DoD sont les suivants :

- Avoir en temps réel des données exactes sur l'état de présence ou absence des employés.
- Permettre la consultation des pointages réalisés par les employés.
- Assurer le stockage et la consultation des données professionnelles ou personnelles des employés.
- Permettre le contrôle des options affectées aux différents employés (ajout, mise à jour, suppression).

## 1.12 Conclusion

Dans ce premier chapitre de lancement du projet "Pointage", nous avons introduit l'entreprise d'accueil, Astrolab, ainsi que ses domaines de développement. Nous avons présenté l'équipe Scrum et détaillé notre cahier des charges. De plus, nous avons transposé le cahier des charges en Product Backlog que nous avons ensuite priorisé. À cette étape, il est important de rappeler que j'ai assumé le rôle du Product Owner (PO). Dans le prochain chapitre, l'équipe de développement, réunie en ma personne, s'efforcera de sélectionner les éléments du Product Backlog jugés urgents afin de construire son Sprint Backlog en fonction de sa capacité.



---

# BIBLIOGRAPHIE

[1] **Scrum**. Disponible sur :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst>

[2] **Diagramme de cas d'utilisation**. Disponible sur :

<https://www.ibm.com/docs/fr/rational-soft-arch/9.5>

## Développement d'un system de pointage base sur la reconnaissance faciale

---

---

Résumé :