

MÉMOIRE DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES

Diplôme Universitaire de Technologie
Filière : Génie informatique

Pr. Lahmer Mohammed
Encadrant

UMI-EST-Meknès

Pr. Nasiri Samia
Examinatrice

UMI-EST-Meknès

Soutenu le 15 Juin 2023

Réalisé par :

Malki Hanane
Qadry Aya
Zerhouani Oumaima

2022 - 2023

Remerciement

Nous voulons exprimer notre gratitude sincère à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet de fin d'études. Leurs engagements, leurs soutiens et leurs conseils ont été essentiels tout au long de ce parcours.

Tout d'abord, nous souhaitons exprimer notre gratitude à notre instructeur, professeur Lahmer Mohammed, qui nous a guidé avec patience et expertise tout au long de la période de préparation de ce travail. Notre travail a été grandement rendu possible grâce à ses conseils éclairés, à ses retours constructifs et à sa disponibilité.

De plus, nous voulons exprimer notre gratitude aux membres de notre équipe pour leur contribution. Ils ont réussi à surmonter les obstacles et à mener à bien ce projet ambitieux grâce à leur engagement et à leur esprit d'équipe.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants et le personnel de l'école ESTM qui nous ont aidé et apporté leurs ressources tout au long de notre cursus universitaire.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à nos amis, nos proches et nos familles pour leur soutien et leur encouragement continus.

Ce rapport de projet de fin d'études est le résultat d'efforts, d'apprentissages et de collaborations enrichissantes en équipe. Nous sommes reconnaissants envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin.

Merci à tous pour vos précieux dons et votre confiance en notre capacité à terminer ce projet.

Introduction générale

Dans le cadre d'achever nos études en génie logiciel à l'Ecole Supérieure de Technologie de Meknès, nous étions sollicitées par notre école de travailler sur un projet de fin d'études en coopération et sous la supervision bienveillante du Dr Mohammed Lahmer. Notre objectif principal est de concevoir et de développer un site Web qui répond aux besoins actuels des agriculteurs en se concentrant sur le suivi de leurs zones agricoles, la prise en compte des variations climatiques, des conditions météorologiques imprévisibles et la nécessité de prendre des décisions éclairées pour optimiser les rendements. Dans ce contexte, d'améliorer les techniques agricoles et les progrès technologiques au Maroc .

Ce rapport met en lumière les différentes phases de notre projet E-Agriculture qui a pour but d'améliorer l'efficacité, la productivité et la durabilité des pratiques agricoles grâce à l'utilisation de solutions technologiques innovantes que nous avons intégré tout au long du développement. Malgré , les défis rencontrés , en adoptant une approche collective nous avons tiré parti des compétences et des connaissances de chacune pour créer des résultats solides et cohérents.

La croissance de la technologie web dans tous les domaines d'activité a renforcé notre motivation à entreprendre ce projet. En tant que futurs développeurs, nous sommes conscients des enjeux liés au développement d'applications web efficaces et intuitives.

Pendant nos études en DUT, nous avons acquis de solides compétences en programmation, en conception de logiciels et en gestion de projet. Ce projet final nous a permis de mettre en pratique ces connaissances théoriques et de faire face aux réalités du développement web. Grâce à cette expérience, nous avons consolidé notre compréhension des meilleures pratiques dans le domaine. Ensemble, nous avons relevé le défi de développer un site Web entièrement fonctionnel et innovant, et nous sommes impatients de partager notre expérience avec vous à travers ce rapport de projet de fin d'études.

Annexe

Abréviation	Explication
DUT	Diplôme universitaire de technologie
ESTM	Ecole supérieure de technologies
CRUD	Opérations (Create, Read, Update, Delete)
CU	Cas d'utilisation
PFE	Projet de fin d'étude
HTTP	Protocole de transfert hypertexte
MVC	Modèle vue-contrôleur
ESP32	Espressif System 32
Api	Application Programming Interface
Jakarta EE	Java enterprise edition

Table de matière

Remerciement.....	2
Introduction générale	3
Annexe	4
Table de matière	5
Table de figure.....	7
Chapitre1 : Contexte générale	10
1 Cahier de charge	10
1.1 Problématique	10
1.2 Description du projet	10
1.3 Objectifs.....	11
1.4 Périmètre.....	12
1.5 Diagramme de Gantt.....	13
1.6 Processus adopté.....	13
2 Spécification des besoins.....	14
2.1 Introduction.....	14
2.2 Etude fonctionnelle.....	14
2.3 Etude non fonctionnelle	15
3 Diagramme général de cas d'utilisation	15
4 Conclusion.....	16
Chapitre2 : Conception	17
1. Introduction	17
2. Critique de l'existant	17
3. Choix de la méthodologie de conception	18
4. Raffinement de cas d'utilisation	18
4.1 Cas d'utilisation « Authentification ».....	19
4.1.1 L'authentification	19
4.1.2 Modification des informations de l'utilisateur	20
4.2 Cas d'utilisateur « Accéder à la page d'accueil ».....	21
4.2.1 Accéder à la page d'accueil.....	21
4.2.2 Visualiser les données de la météo	22
4.3 Cas d'utilisation « Accéder à la page de monitoring»	23
4.3.1 Accéder à la page de monitoring	23
4.3.2 Visualiser la météo.....	24
4.3.3 Affecter une localisation à un esp.....	25
4.4 Cas d'utilisation « Accéder à la page de recommandation de plantes »	26
4.4.1 Accéder à la page de recommandation de plantes	26
4.4.2 Visualiser les détails sur une plante	27

5. Diagramme de classe.....	28
6. Diagramme de séquence.....	29
6.1 Processus de connexion	29
6.2 Processus d'inscription	30
6.3 Processus réception des données de l'API	31
Chapitre3 : Réalisation.....	32
1. Matériels de base.....	32
2. Architecture physique du projet.....	34
3. Architecture logique du projet	34
Chapitre4 : Mise on ouvre.....	36
1. Architecture générale	36
2. Frameworks intégrés	37
3. Les outils utilisés	37
4. Langages.....	39
5. Interfaces	41
5. 1 Connexion.....	41
L'utilisateur peut accéder à la plateforme en s'identifiant depuis la page de connexion :	41
5.2 Inscription	41
5.3 Page d'accueil	42
5.3.1 Sélectionner une nouvelle localisation.....	43
5.3.2 Visualiser la météo de l'historique d'une année avant.....	43
5.3.3 Visualiser l'estimation de la météo des 8 prochaines jours.....	44
5.3.4 Visualiser la météo du temps réel	44
5.4 Page de monitoring.....	44
5.4.1 Ajout un ESP	44
5.4.2 Afficher les données météorologiques du temps réel.....	45
5.4.3 Afficher les données météorologiques du temps réel.....	45
5.4.4 Afficher l'historique.....	45
5.5 Page de recommandations de plantes	46
5.5.1 Zone agricole dans le Maroc	46
5.5.2 Zone agricole différente du Maroc	47
5.5.3 S'informer sur les plantes.....	47
5.6 Page de modifications des données d'un utilisateur	48
5.6.1 Modifier les informations basiques.....	48
5.6.2 Réinitialisation du mot de passe	48
5.6.3 Suppression du compte	49
Conclusion.....	51
Bibliographie.....	53

Table de figure

Fig. 1.1 Diagramme de gant	13
Fig.1.2 Processus en cascade.....	14
Fig.13 Diagramme général de cas d'utilisation.....	16
Fig.2.1 Diagramme de cas d'utilisation d'authentification	19
Fig.2.2 Diagramme de CAD Accéder à la page d'accueil	21
Fig 2.3 Diagramme de CAD Accéder à la page de monitoring	23
Fig.2.4 Diagramme de CAD Accéder à la page de recommandations de plante	26
Fig.2.5 Diagramme de classes	28
Fig 2.6 Diagramme de séquence de Connexion	29
Fig 2.7 Diagramme de séquence Inscription	30
Fig.2.8 Diagramme de séquence d'API	31
Fig.3.1 Modèle Vue Contrôleur.....	35
Fig.4.1 Architecture de Spring Boot	36
Fig 4.2 Interface de Connexion	41
Fig.4.3 Interface d'Inscription.....	42
Fig 4.4 Interface d'accueil (Sélectionner position)	43
Fig 4.5 Interface d'accueil (Visualiser l'historique)	43
Fig 4.6 Interface d'accueil (Estimation de futur)	44
Fig 4.7 Interface d'accueil (Météo réel)	44
Fig 4.8 Interface d'ajout d'un ESP.....	44
Fig.4.9 Interface du temps réel d'un ESP	45
Fig 4.10 Interface ESP(Historique).....	46
Fig 4.11 Interface de recommandations des plantes	46
Fig.4.12 Interface de recommandation des plantes (Zone du Maroc).....	47
Fig 4.13 Interface de recommandations des plantes (Zone différente du Maroc)	47
Fig 4.14 Interface d'information sur la plante.....	48
Fig 4.15 Interface de modification d'informations d'utilisateurs	48
Fig 4.16 Interface de réinitialisation du mot de passe.....	49
Fig 4.17 Alerte Suppression de compte	49

Chapitre1 : Contexte générale

1 Cahier de charge

1.1 Problématique

La problématique de ce projet de fin d'études consiste à concevoir et développer une application de monitoring agricole répondant aux besoins des utilisateurs intéressés par la plantation de cultures. L'objectif est de fournir une solution complète et pratique qui permet aux agriculteurs d'avoir accès à des données météorologiques en temps réel, des recommandations de plantes adaptées à leur zone agricole spécifique, ainsi que la possibilité de surveiller et analyser les données historiques des capteurs.

Pour réaliser ce projet , nous devons tout d'abord répondre aux questions suivantes :

- **Comment intégrer et afficher les données météorologiques en temps réel dans l'application ?**
- **Comment permettre aux utilisateurs de créer une zone agricole?**
- **Quelles technologies et outils sont nécessaires pour permettre aux utilisateurs de surveiller et d'analyser les données météorologiques actuelles et leur historiques?**
- **Comment proposer des plantes pour une zone agricole?**
- **Comment proposer à l'agriculteur une région pour chaque plante ou filière de plante?**
- **Comment présenter les détails sur une plante ?**

En explorant ces questions de recherche, nous pourrons aborder les différents aspects du développement de notre application de monitoring agricole, en décrivant les choix techniques, les méthodologies de conception, les outils utilisés et les défis spécifiques rencontrés pour réaliser les différentes fonctionnalités du projet.

1.2 Description du projet

Notre projet vise à répondre aux besoins des agriculteurs qui souhaitent cultiver au Maroc en leur fournissant un accès facile à toutes les données et informations essentielles pour optimiser leurs pratiques agricoles. Pour ce faire, nous avons développé un site web spécifiquement conçu pour l'automatisation de l'agriculture, par lequel on offre une plateforme

centrale où les agriculteurs, qu'ils soient locaux ou étrangers, peuvent accéder à diverses données et informations clés.

Ils peuvent consulter les données météorologiques en temps réel, y compris les prévisions, les températures, les précipitations, et d'autres facteurs qui peuvent influencer la réussite de leurs cultures. De plus, l'accès à des informations détaillées sur les pratiques agricoles recommandées, les types de cultures adaptées à la région marocaine et bien plus encore.

L'interface utilisateur du site web a été conçue pour être facile à naviguer et à utiliser, même pour ceux qui ne sont pas familiers avec les technologies de l'information, par laquelle ils peuvent accéder à toute donnée pertinente, dans le but de prendre des décisions éclairées et d'optimiser leurs pratiques agricoles.

1.3 Objectifs

Le site vise à fournir aux utilisateurs un accès facile à des données pertinentes précises, des recommandations de plantes et des informations régionales afin de faciliter l'étude et la recherche dans le domaine de l'agriculture.

Ces caractéristiques contribuent à l'approfondissement des connaissances et à la réalisation d'études approfondies sur les pratiques agricoles, afin de répondre aux besoins des agriculteurs et d'améliorer leurs pratiques agricoles :

- **Visualiser prévisions et historiques météorologique :**

Une fois l'authentification réussie, l'utilisateur est dirigé de vers une page d'accueil affichant des représentations graphiques complètes des données de température, d'humidité, de sol et de précipitations de l'année précédente dans sa région agricole. Cela permet une analyse approfondie des valeurs et une amélioration de la productivité. De plus, la fonction de navigation cartographique facilite l'exploration d'autres zones, en fournissant des données pertinentes adaptées à l'emplacement sélectionné. De plus, la plate-forme propose des prévisions sur une semaine à partir du jour actuel, présentant des informations essentielles telles que la température minimale et maximale, les niveaux de précipitations et la force du vent. Encore, les utilisateurs peuvent accéder aux données horaires de la journée en cours.

- **Monitoring :**

Le suivi est représenté sous la forme d'une interface de surveillance en temps réel et des données historiques, cela est facilitée par l'utilisation d'un microcontrôleur de surveillance appelé ESP32. Cet appareil est équipé de capteurs qui mesurent l'humidité, la température et

les précipitations et est situé dans la zone agricole de l'utilisateur. En ajoutant l'adresse Mac et la position de l'appareil à la plate-forme, l'utilisateur peut accéder aux données météorologiques en temps. De plus, visualiser les données météorologiques historiques, ce qui leur permet d'analyser les tendances et les modèles au fil du temps en fonction de la date d'intégration de leur appareil.

- **Suggestions des plantes et filières :**

Proposer toutes les plantes possibles à cultiver pendant la saison présente et donne la possibilité de choisir la saison et le type des plantes voulues pour fournir des recommandations personnalisées pour différentes zones agricoles et fournir des informations sur la région de l'utilisateur, en conseillant sur les secteurs les plus appropriés à cultiver. En utilisant des données météorologiques et en tenant compte des conditions de croissance, il suggère des plantes bien adaptées à la région de l'utilisateur en fonction des données climatiques historiques datant de 1970 à l'aide d'un API de la zone agricole. Cela aide les utilisateurs à prendre des décisions éclairées et leur fait gagner du temps lors de la sélection des plantes à cultiver.

- **Informations détaillées sur les plantes :**

En sélectionnant simplement une plante parmi les options disponibles, l'utilisateur a accès à une multitude d'informations qui approfondissent les nuances de la plante, y compris son nom scientifique, sa classification familiale et sa durée de croissance.

1.4 Périmètre

Le périmètre de notre projet est destiné à répondre aux besoins des agriculteurs marocains. Le but de notre application est de représenter les diverses régions du Maroc en tenant compte des données concernant l'agriculture et l'investissement. Chaque région du Maroc reçoit des données géographiques, climatiques et agricoles et sont présentées. En outre, notre application fournira des informations utiles aux investisseurs qui souhaitent s'engager dans l'industrie agricole du Maroc.

1.5 Diagramme de Gantt

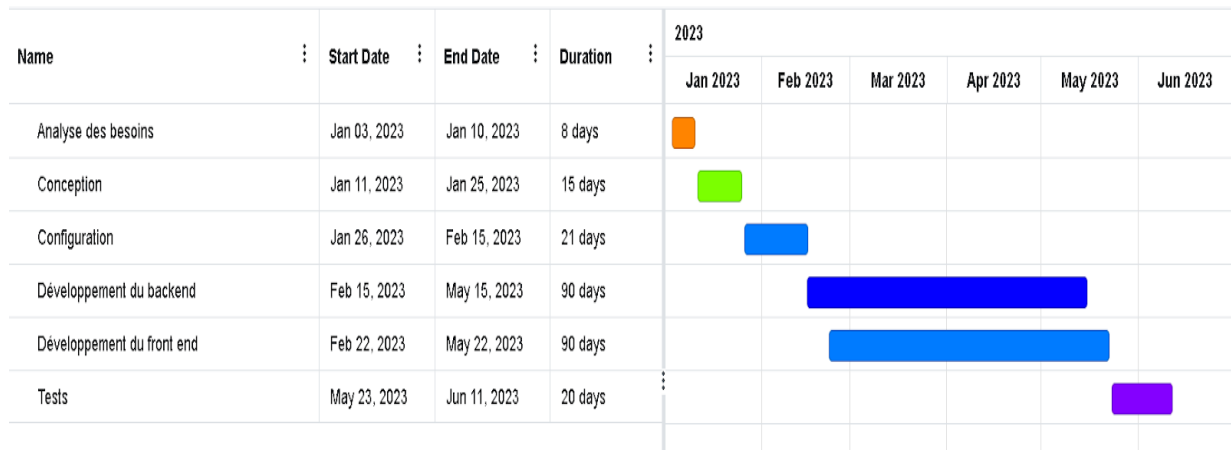


Figure 1 Fig. 1.1 Diagramme de gant

1.6 Processus adopté

Après avoir évalué diverses méthodes de développement de logiciels, nous avons décidé de travailler avec un processus en cascade pour la réalisation de notre projet. Nous avons choisi

cette méthode parce qu'elle est séquentielle et linéaire, ce qui convient bien à notre projet et à ses exigences spécifiques. Nous pouvons procéder étape par étape grâce à ce processus, qui garantit que chaque étape est soigneusement planifiée, conçue, mise en œuvre et testée avant de passer à la prochaine étape. Cette méthode nous permet de gérer efficacement les ressources, les délais et les coûts car elle nous donne une vue claire sur le déroulement du projet.

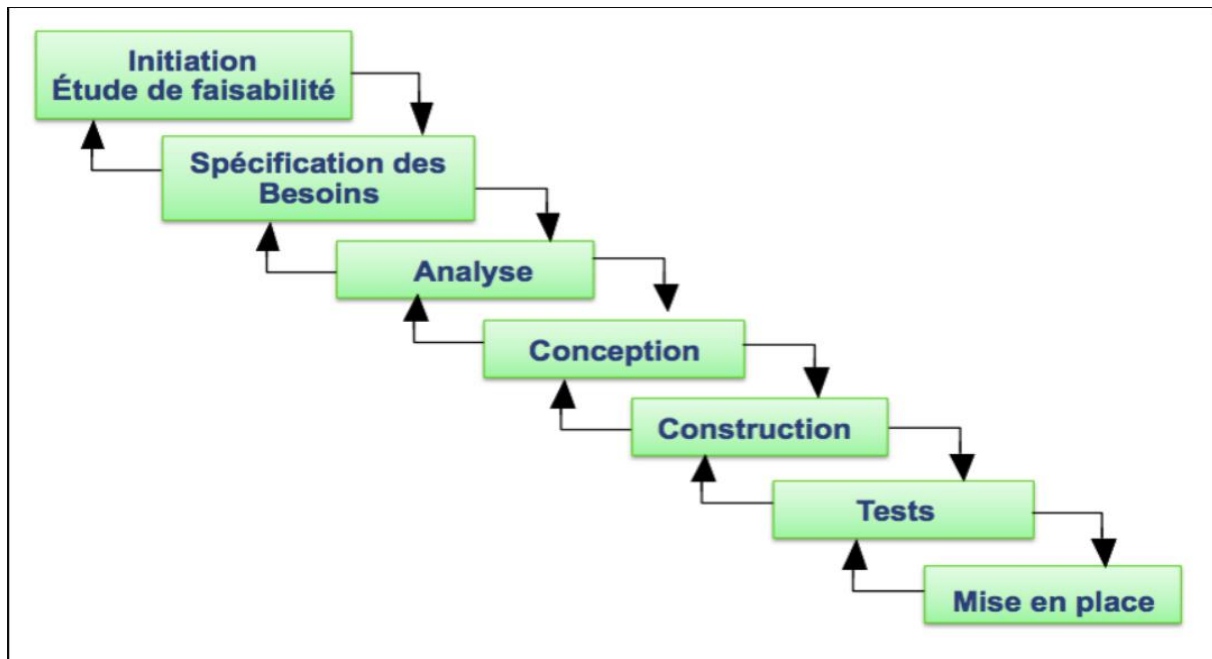


Figure 2 Fig.1.2 Processus en cascade

2 Spécification des besoins

2.1 Introduction

La spécification des besoins est une étape cruciale dans le processus de développement d'un projet logiciel. Elle permet de définir de manière précise et détaillée les fonctionnalités, les contraintes et les attentes du système à concevoir. Dans le cadre de ce rapport sur le projet de monitoring agricole, la spécification des besoins joue un rôle essentiel pour définir les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles de l'application.

2.2 Etude fonctionnelle

L'étude fonctionnelle se concentre sur les fonctionnalités spécifiques du projet de monitoring agricole. Elle décrit les différentes actions que les utilisateurs peuvent effectuer et les résultats attendus de ces actions. Voici les principales fonctionnalités identifiées :

1. **Authentification et gestion des utilisateurs** : Permet aux utilisateurs de s'inscrire et de se connecter à l'application, en garantissant la sécurité des informations personnelles.
2. **Page d'accueil et affichage des données météorologiques** : Affiche les données météorologiques en temps réel de la zone agricole spécifique de l'utilisateur, ainsi que la possibilité de sélectionner une nouvelle localisation temporaire.

3. **Suivi des équipements de surveillance (ESP32)** : Permet aux utilisateurs d'ajouter des ESP32 à leur liste d'équipements de surveillance, de fournir leur adresse et de visualiser les données météorologiques actuelles et historiques de chaque ESP32.
4. **Recommandations de plantes** : Fournit des recommandations de plantes adaptées à la zone agricole spécifique de l'utilisateur, basées sur l'analyse des données météorologiques historiques et prévisionnelles.

Visualisation des filières agricoles : Permet aux utilisateurs de visualiser les différentes filières agricoles par défaut, ainsi que les recommandations spécifiques basées sur leur région agricole.

2.3 Etude non fonctionnelle

L'étude non fonctionnelle met l'accent sur les aspects techniques et les contraintes du système. Elle comprend les éléments suivants :

1. **Sécurité** : Il est crucial de mettre en place des mesures de sécurité pour protéger les données personnelles des utilisateurs, notamment lors de l'authentification et du stockage des informations sensibles.
2. **Convivialité** : L'interface utilisateur doit être intuitive, facile à utiliser et offrir une expérience utilisateur agréable pour les agriculteurs et les utilisateurs intéressés par la plantation de cultures.
3. **Scalabilité** : Le système doit être capable de gérer un nombre croissant d'utilisateurs et de données, en anticipant une éventuelle expansion et en s'assurant que les performances ne sont pas compromises.
4. **Fiabilité** : L'application doit être fiable, éviter les pannes ou les erreurs systématiques, et offrir des mécanismes de sauvegarde pour prévenir toute perte de données critique.

En combinant l'étude fonctionnelle et non fonctionnelle, nous pouvons définir les exigences spécifiques du système, orienter le processus de développement et garantir la satisfaction des utilisateurs finaux.

3 Diagramme général de cas d'utilisation

Nous présenterons le diagramme de cas d'utilisation de ce projet de monitoring agricole. Nous examinerons les principaux acteurs du système et les fonctionnalités qu'ils peuvent utiliser pour accomplir leurs tâches. Cela fournira une vue d'ensemble claire et concise des interactions entre les utilisateurs et l'application, jetant ainsi les bases de l'analyse et de la conception ultérieures du projet.

Voici le diagramme d'utilisation de cas général :

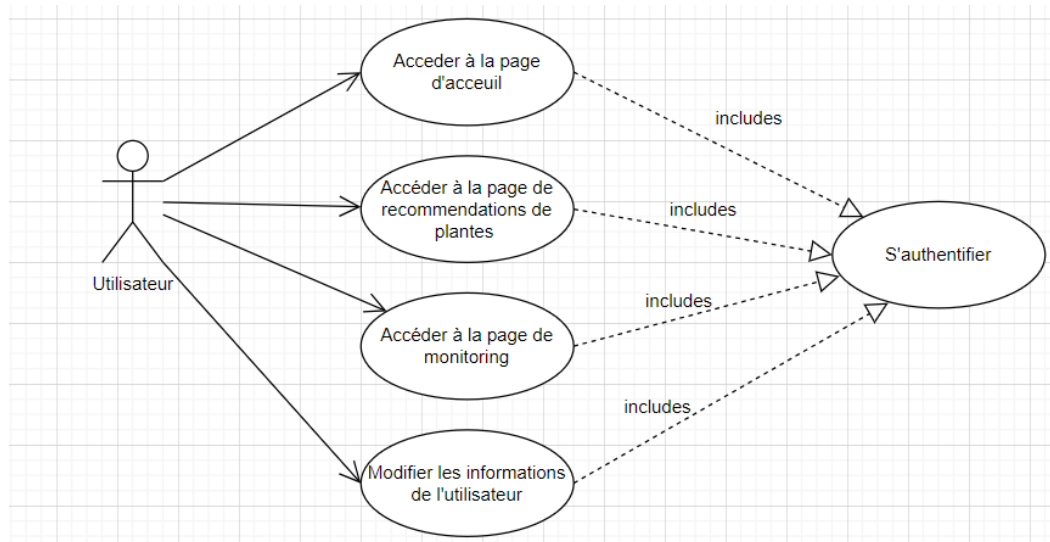


Figure 3 Fig.13 Diagramme général de cas d'utilisation

4 Conclusion

En conclusion, notre projet de fin d'études s'inscrit dans un contexte général où les agriculteurs et les passionnés de plantation ont besoin d'une solution complète de surveillance agricole pour optimiser leurs activités. À partir du cahier des charges établi, nous avons identifié les besoins essentiels des utilisateurs, tels que l'accès aux données météorologiques en temps réel, les recommandations de plantes adaptées à chaque zone agricole spécifique, et la possibilité de surveiller et d'analyser les données des capteurs.

Notre projet répond aux exigences du cahier des charges et vise à fournir une solution complète de surveillance agricole pour les agriculteurs et les passionnés de plantation. Nous sommes convaincus que notre application de monitoring agricole apportera une réelle valeur ajoutée en offrant un accès facile aux données météorologiques, des recommandations de plantes adaptées et la possibilité de surveiller les équipements de manière efficace.

Chapitre2 : Conception

1. Introduction

Afin de réussir notre projet, il était nécessaire avec soin une méthodologie de conception qui nous permette de structurer et d'organiser efficacement nos efforts. Le choix méticuleux d'une méthodologie de conception est essentiel dans le triomphe d'un projet, car il fournit une approche méthodique dans la création et la documentation de chaque étape du voyage.

2. Critique de l'existant

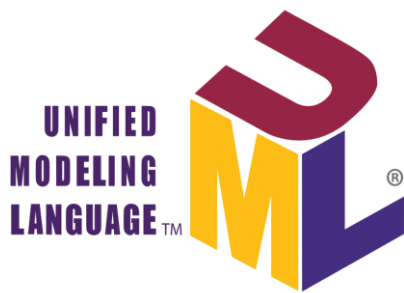
Dans le cadre de notre projet, nous avons réalisé une étude critique de l'existant en analysant le site du Ministère de l'Agriculture du Maroc (<https://www.agriculture.gov.ma/>). Bien que le site du ministère offre des informations et des ressources pour le secteur agricole, nous avons identifié certaines fonctionnalités qui ne sont pas présentes et qui ont motivé leur intégration dans notre propre projet. Voici quelques-unes de nos observations :

1. **Suivi météorologique personnalisé** : Le site du ministère ne propose pas des fonctionnalités permettant aux utilisateurs de visualiser les données météorologiques spécifiques à leur zone agricole. Dans notre projet, nous avons développé une fonctionnalité de suivi météorologique en temps réel qui fournit aux utilisateurs des données précises et actualisées pour leur zone agricole sélectionnée.
Nous avons intégré aussi une fonctionnalité de surveillance des capteurs qui permet aux utilisateurs d'ajouter des équipements de surveillance (ESP32) à leur liste, et d'accéder aux données météorologiques actuelles et historiques de chaque capteur.
2. **Recommandations de plantes adaptées** : Le site du ministère ne fournit pas de recommandations détaillées sur les plantes adaptées à chaque région agricole. Dans notre projet, nous avons mis en place un système de recommandations basé sur l'analyse des données météorologiques historiques et prévisionnelles, ce qui permet aux utilisateurs d'obtenir des suggestions précises de plantes adaptées à leur zone.
3. **Interface utilisateur conviviale** : Le site du ministère présente une interface utilisateur sans beaucoup d'interactivité ni de fonctionnalités avancées. Dans notre projet, nous avons mis l'accent sur le développement d'une interface utilisateur conviviale, offrant une expérience agréable et intuitive aux utilisateurs, avec des fonctionnalités pratiques telles que la sélection des saisons, l'affichage des détails sur une plante sélectionnées, suggérer des plantes en se

basant sur les données météorologiques de la zone agricole, suggérer des filières pour la la région du terrain agricole.

En intégrant ces fonctionnalités dans notre projet, nous visons à combler les lacunes identifiées dans le site du Ministère de l'Agriculture et à fournir aux utilisateurs une solution plus complète et pratique pour répondre à leurs besoins en matière de suivi agricole et de recommandations de plantes.

3. Choix de la méthodologie de conception



Pour notre projet, nous avons opté pour la méthodologie UML (Unified Modeling Language). L'UML est un langage graphique standardisé largement utilisé dans le domaine du génie logiciel pour modéliser et concevoir des systèmes informatiques. Il fournit une notation visuelle et un ensemble de concepts et de techniques pour décrire les aspects fonctionnels et structurels d'un système.

UML (Unified Modeling Language) est un langage de modélisation graphique standardisé utilisé dans le domaine du génie logiciel. Il a été développé dans les années 1990 par Grady Booch, James Rumbaugh et Ivar Jacobson pour unifier les différentes méthodologies de modélisation existantes. UML fournit une notation visuelle unifiée pour représenter les systèmes informatiques, améliorant la communication et la compréhension entre les parties prenantes d'un projet. Depuis sa création, UML a connu plusieurs versions majeures et est largement utilisé dans l'industrie pour la modélisation des systèmes logiciels.

4. Raffinement de cas d'utilisation

Pour une meilleure compréhension du système et des interactions avec les utilisateurs, voici les scénarios principaux des cas d'utilisation :

4.1 Cas d'utilisation « Authentification »

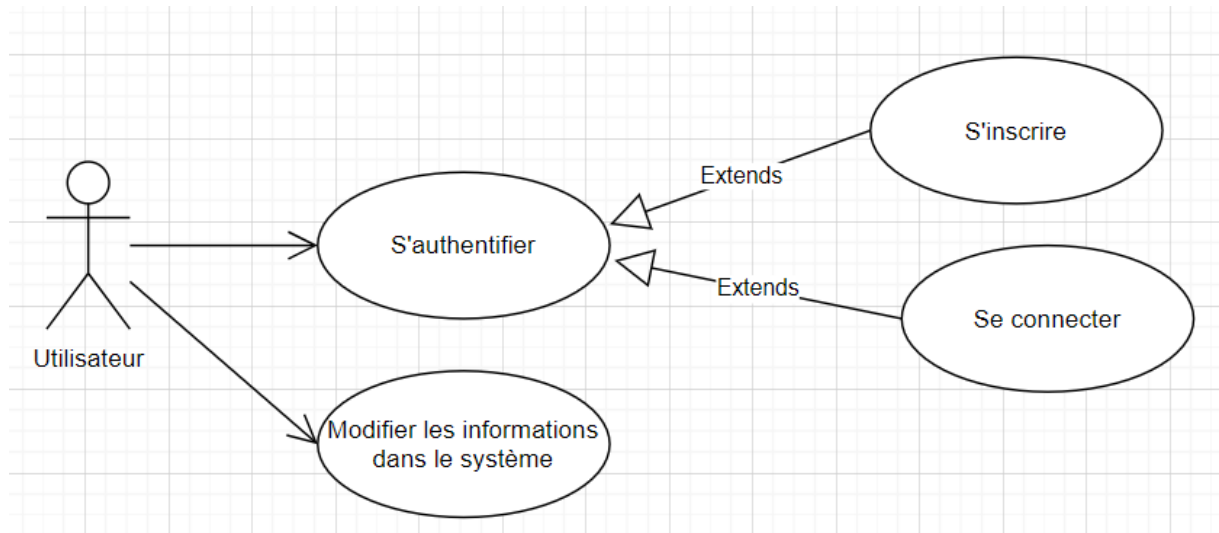


Figure 4 Fig.2.1 Diagramme de cas d'utilisation d'authentification

4.1.1 L'authentification

CU1 :S'authentifier
Résumé : Ce CU1 permet à l'acteur d'accéder à son espace personnel
Acteurs : Utilisateurs non authentifié
Scénario nominal : « DÉBUT » 01 : Se connecter (si l'utilisateur a déjà un compte). 02 : S'inscrire si l'utilisateur n'a pas de compte. « FIN »

Scenario alternative :

L'email ou le mot de passe est incorrect :

01 : Le système informe l'acteur que les données saisies sont erronées.

02 : Les informations saisies ne sont pas conformes avec les conditions de chaque attribut.

4.1.2 Modification des informations de l'utilisateur

CU2 :Modification de profile

Résumé :Ce CU2 permet à l'acteur de modifier ses informations dans le système.

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Modifier les informations générales de l'utilisateur.

02 : Modifier son mot de passe.

« FIN »

Scenario alternative :

Le mot de passe est incorrect :

01 : Le système informe l'acteur que l'ancien mot de passe est incorrect.

4.2 Cas d'utilisateur « Accéder à la page d'accueil »

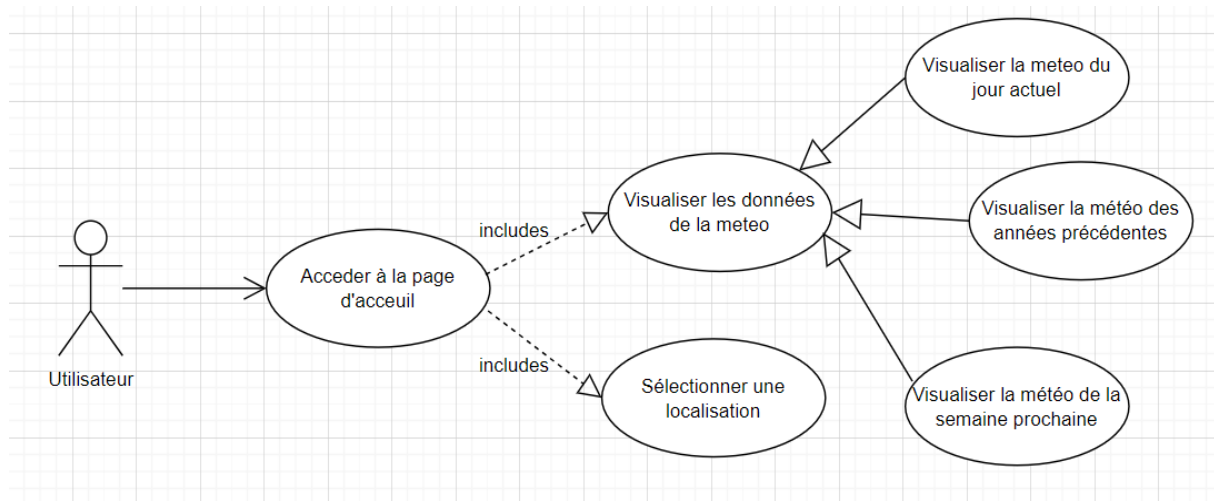


Figure 5 Fig.2.2 Diagramme de CAD Accéder à la page d'accueil

4.2.1 Accéder à la page d'accueil

CU1 :Accès à la page d'accueil

Résumé :Ce CU1 permet à l'acteur de se diriger vers la page d'accueil après sa connexion au système

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Visualiser les données de la météo.

02 : Sélectionner une nouvelle localisation.

« FIN »

Scenario alternative :

-----Aucun-----

4.2.2

Visualiser les données de la météo

CU2 : Visualiser les données de la météo

Résumé : Ce CU2 permet à l'acteur de visualiser les données de la météo de sa zone agricole

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Visualiser la météo du jour.

02 : Visualiser l'historique de la météo.

02 : Visualiser l'estimation de la future météo.

« FIN »

Scenario alternative :

-----Aucun-----

4.3 Cas d'utilisation « Accéder à la page de monitoring »

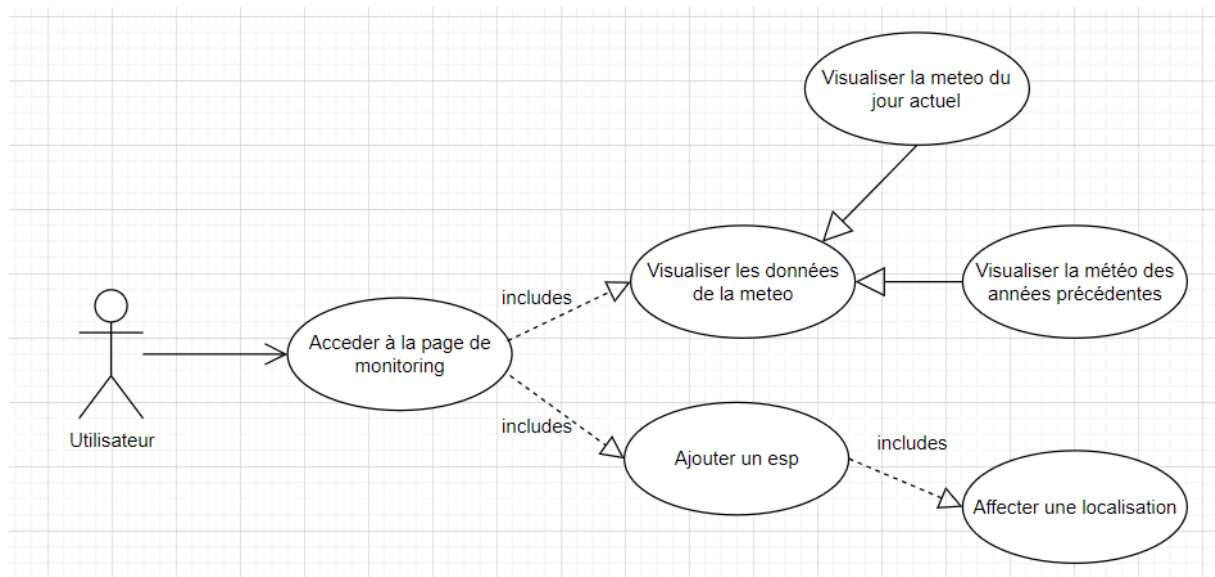


Figure 6 Fig 2.3 Diagramme de CAD Accéder à la page de monitoring

4.3.1 Accéder à la page de monitoring

CU1 :Accéder à la page de monitoring

Résumé :Ce CU1 permet à l'acteur d'accéder à la page de monitoring

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Ajouter un esp à la liste des esp de l'utilisateur.

02 : Visualiser la météo du temps réel d'un esp spécifique.

« FIN »

Scenario alternative :

Si l'utilisateur n'a ajouté aucun esp :

01 : N'affiche pas les données sur la météo.

4.3.2 Visualiser la météo

CU2 : Visualiser la météo

Résumé : Ce CU2 permet à l'acteur de visualiser la météo

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Visualiser la météo du temps réel d'un esp.

02 : Visualiser l'historique de la météo d'un esp spécifique.

« FIN »

Scenario alternative :

Si l'utilisateur n'a ajouté aucun esp :

01 : N'affiche pas les données sur la météo.

4.3.3

Affecter une localisation à un esp

CU3 :Affecter une localisation à un esp

Résumé :Ce CU3 permet à l'acteur d'affecter une localisation à un esp

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Choisir une localisation dans la map.

02 : Saisir l'adresse mac de l'esp.

03 : Enregistrer l'esp dans la liste des esp de l'utilisateur authentifié.

« FIN »

Scenario alternative :

Si l'utilisateur n'a ajouté aucune mac adresse ou localisation :

01 : Afficher une alerte.

4.4 Cas d'utilisation « Accéder à la page de recommandation de plantes »

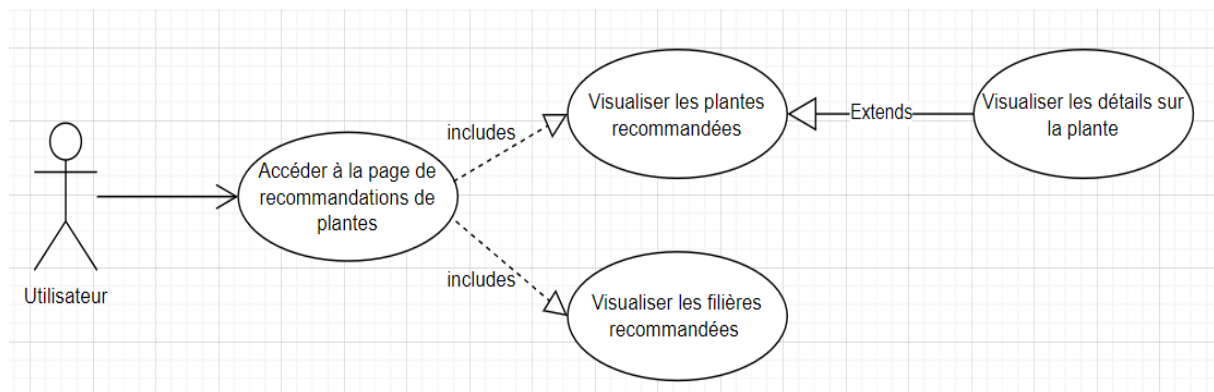


Figure 7 Fig.2.4 Diagramme de CAD Accéder à la page de recommandations de plante

4.4.1 Accéder à la page de recommandation de plantes

CU1 :Accéder à la page de recommandation de plantes

Résumé :Ce CU1 permet à l’acteur d’accéder à la page de recommandation de plantes pour la zone agricole de l’utilisateur

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Visualiser les plantes recommandées par filière et saison.

02 : Visualiser les filières recommandées pour la région marocaine de la zone agricole.

« FIN »

Scenario alternative :

Si la zone ne se trouve pas au maroc :

01 : Aucune filière ne s’affiche comme recommandation.

4.4.2

Visualiser les détails sur une plante

CU2 : Visualiser les détails sur une plante

Résumé : Ce CU2 permet à l'acteur de visualiser les détails sur une plante qu'il va sélectionner

Acteurs : Utilisateurs authentifié

Scénario nominal :

« DÉBUT »

01 : Visualiser les détails générales sur une plante.

01 : Visualiser les régions marocaines suggérées pour la filière de la plante.

« FIN »

Scenario alternative :

-----Aucun-----

5. Diagramme de classe

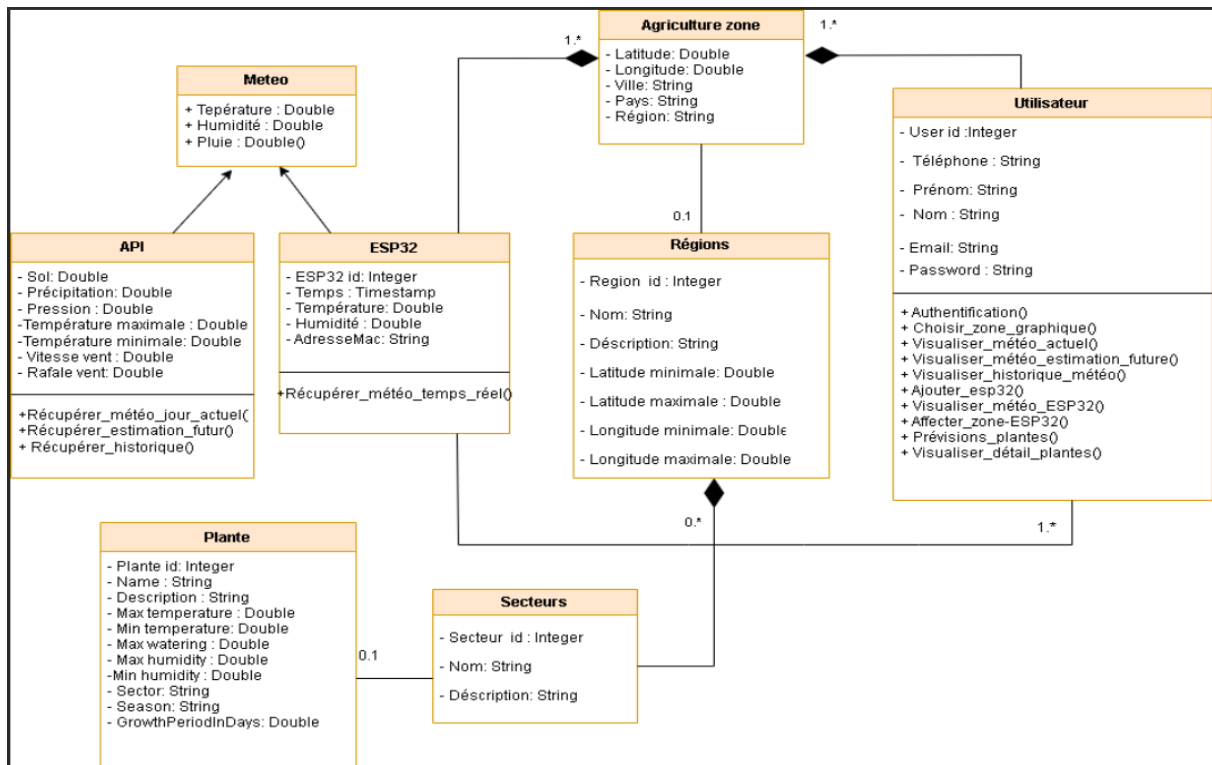


Figure 8 Fig.2.5 Diagramme de classes

6. Diagramme de séquence

6.1 Processus de connexion

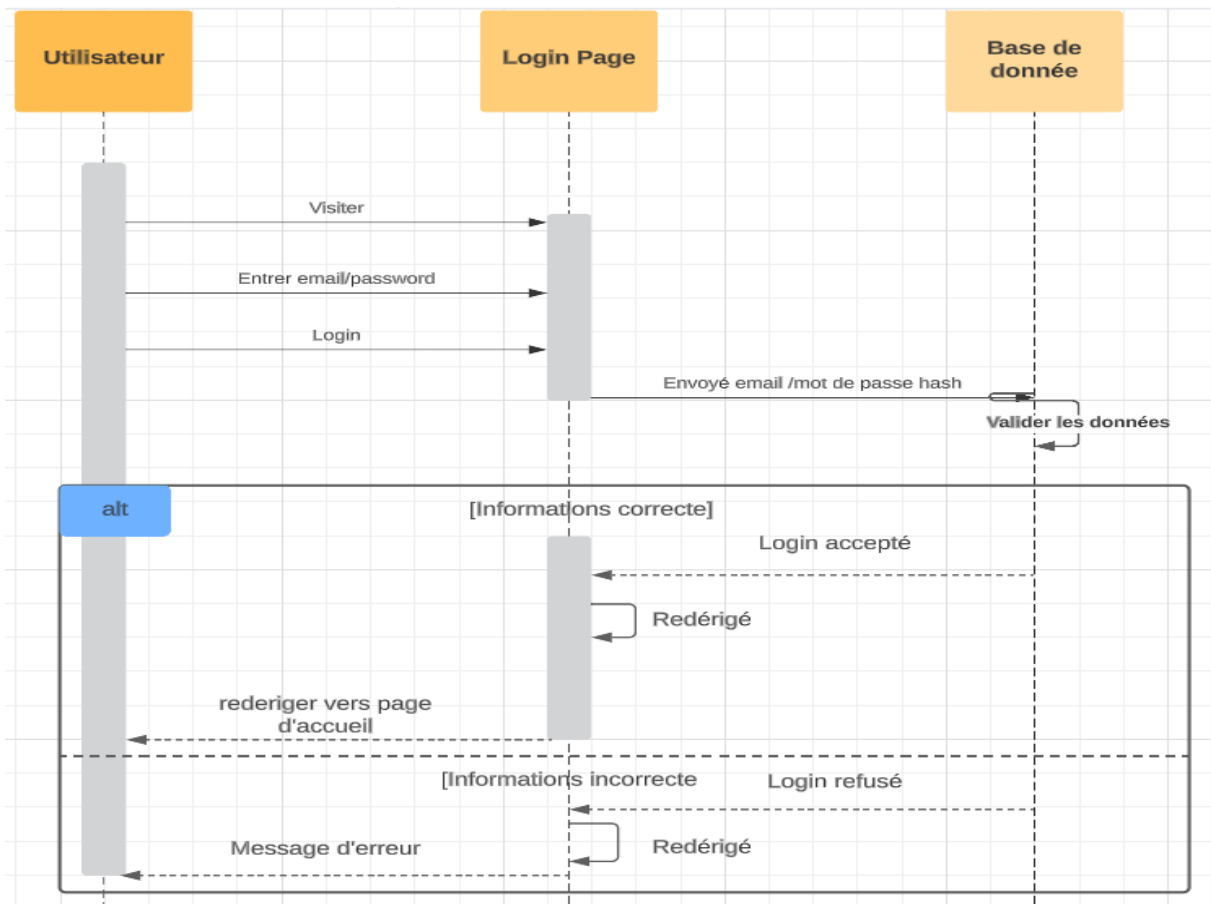


Figure 9 Fig 2.6 Diagramme de séquence de Connexion

6.2 Processus d'inscription

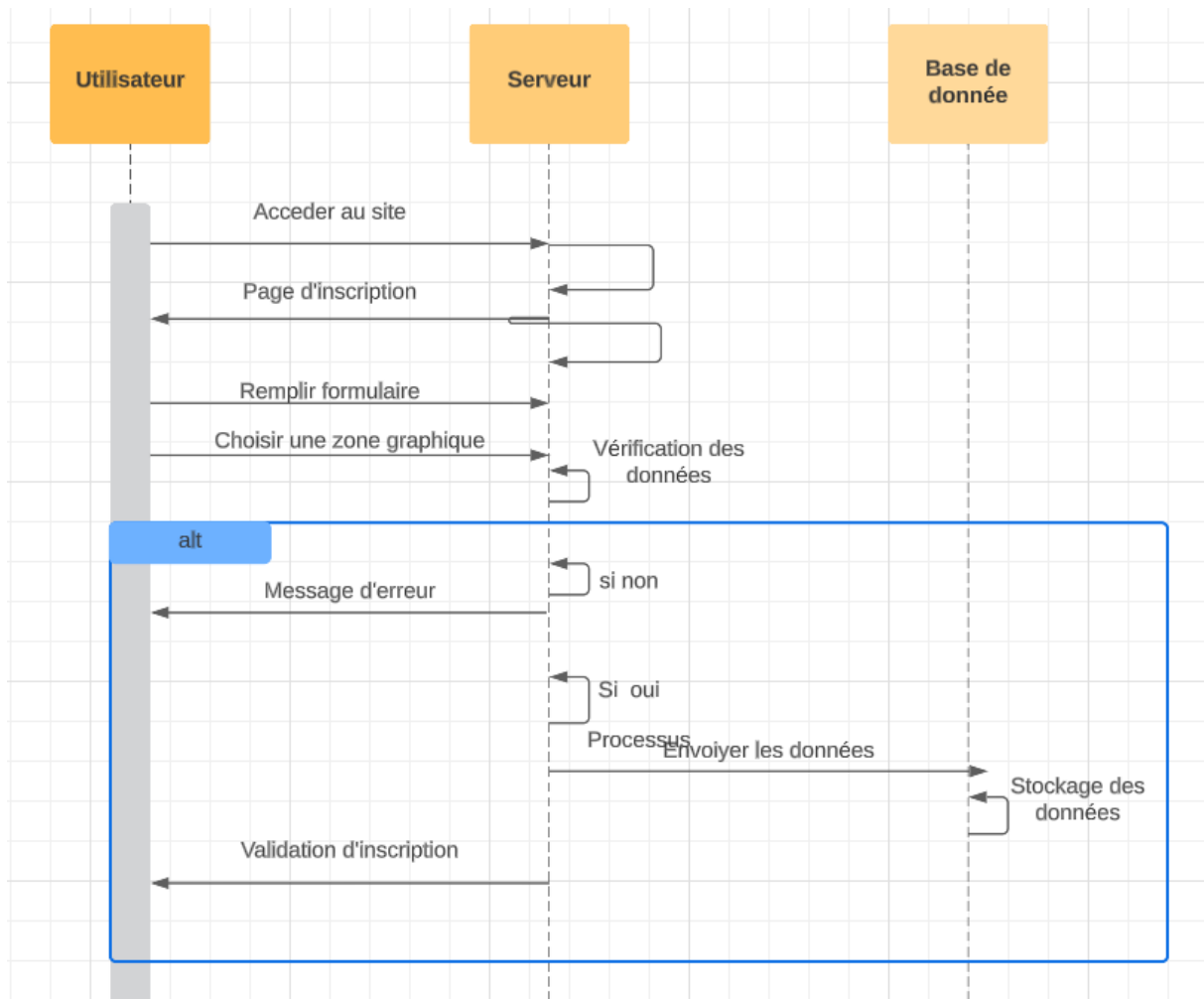


Figure 10 Fig 2.7 Diagramme de séquence Inscription

6.3 Processus réception des données de l'API

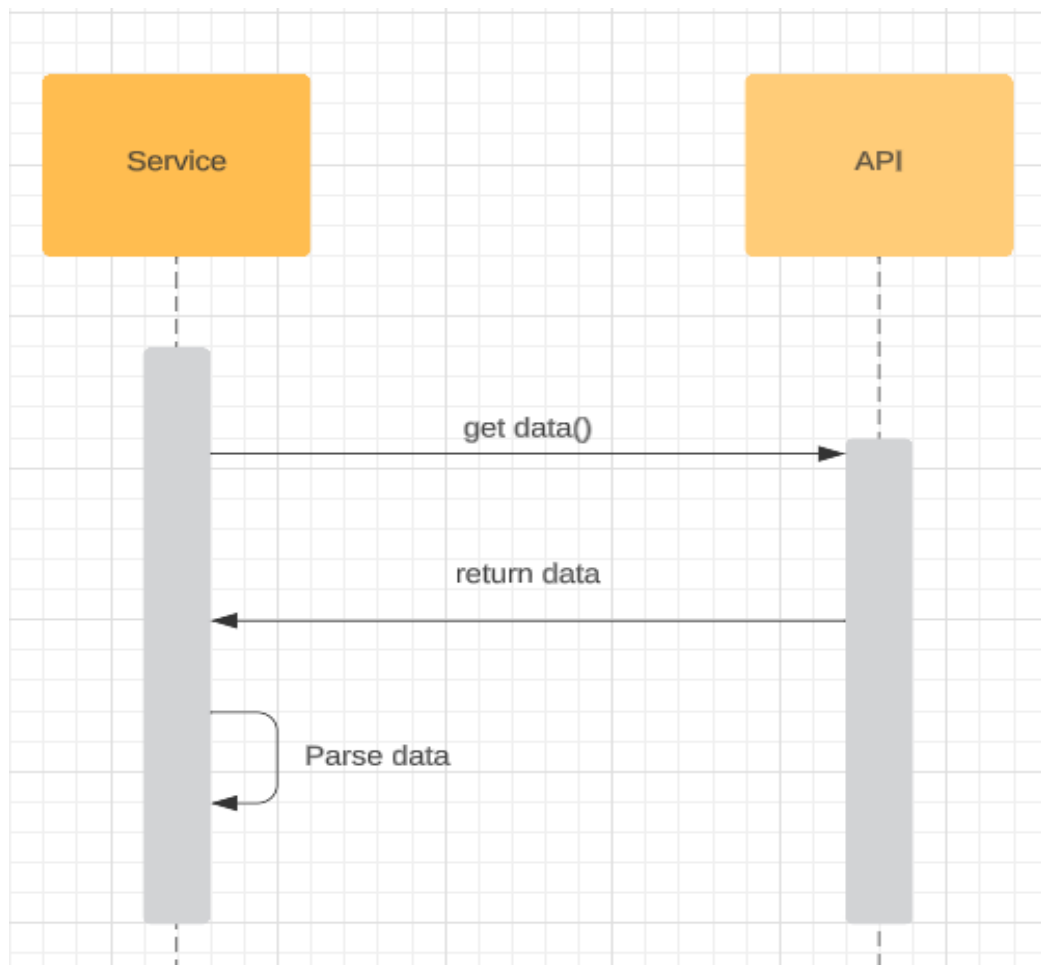


Figure 11 Fig.2.8 Diagramme de séquence d'API

Chapitre3 : Réalisation

1. Matériels de base

2. Caractéristique	Lenovo IdeaPad 5
Marque	Lenovo
Processeur	11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz 2.80 GHz
RAM	8.00 Go
Disque dure	281 Go
Système d'exploitation	Windows 10 Famille Langue unique, 64 bits, processeur x64
Version	22H2
Numéro de série	PF30HCNW

Caractéristique	Lenovo ThinkBook
Marque	Lenovo
Processeur	11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz 2.80 GHz

RAM	8.00 Go
Disque dure	500 Go SSD - 500 Go HDD
Système d'exploitation	Windows 11 Professionnel
Version	22H2
Numéro de série	86F3DC809B14

Caractéristique	HP 250 GB Notebook PC
Marque	HP
Processeur	Intel(R) Core(TM) i5-1035G1 CPU @ 1.00GHz 1.19 GHzH
RAM	8.00 Go
Disque dure	250 GO
Système d'exploitation	Windows 10
Version	22H2

2. Architecture physique du projet

L'architecture physique du projet de monitoring agricole repose sur l'utilisation d'un cluster MongoDB pour le stockage des données. Voici une description de l'architecture physique du projet :

1. **Cluster MongoDB** : Le projet utilise un cluster MongoDB pour stocker les données du système, telles que les informations sur les utilisateurs, les données météorologiques, les équipements de surveillance et les recommandations de plantes. Un cluster MongoDB est une configuration distribuée qui permet de répartir les données sur plusieurs nœuds (serveurs) pour garantir la disponibilité, la scalabilité et la résilience.
2. **Serveur d'application** : Le projet utilise Spring Boot comme framework pour le développement de l'application. Le serveur d'application, tel qu'Apache Tomcat, est utilisé pour exécuter l'application Spring Boot. Il gère les requêtes HTTP des clients et communique avec le cluster MongoDB pour récupérer et stocker les données.
3. **Couche d'accès aux données** : La couche d'accès aux données utilise les fonctionnalités de Spring Data MongoDB pour interagir avec le cluster MongoDB. Elle facilite les opérations CRUD (Create, Read, Update, Delete) sur la base de données en utilisant des objets de modèle Java (POJO) mappés aux documents MongoDB.

3. Architecture logique du projet

L'architecture logique du projet de monitoring agricole suit une approche basée sur la séparation des préoccupations (Separation of Concerns) et le modèle MVC (Modèle-Vue-Contrôleur). Voici une description de l'architecture logique du projet :

1. **Modèles** : Les modèles représentent les entités métier de l'application, telles que les utilisateurs, les données météorologiques, les équipements de surveillance et les recommandations de plantes. Les modèles sont mappés aux documents MongoDB et sont utilisés pour stocker et manipuler les données du cluster.
2. **Vues** : Les vues sont responsables de la présentation des données aux utilisateurs finaux. Elles utilisent les modèles Thymeleaf pour afficher les informations récupérées à partir

des contrôleurs. Les vues sont conçues pour être indépendantes de la source de données spécifique, qu'il s'agisse d'un cluster MongoDB ou d'une autre base de données.

3. **Contrôleurs** : Les contrôleurs, basés sur Spring MVC, reçoivent les requêtes HTTP des clients et orchestrent le flux de données entre les différentes couches de l'application. Ils utilisent les services de la couche de services pour obtenir les données à partir du cluster MongoDB et les transmettent aux vues pour affichage.
4. **Services** : La couche de services contient la logique métier de l'application. Elle utilise les fonctionnalités de la couche d'accès aux données pour effectuer des opérations sur les données du cluster MongoDB. Les services encapsulent la logique métier et peuvent être utilisés par plusieurs contrôleurs pour éviter la duplication du code.

Voici une visualisation graphique du “Modèle-Vue-Contrôleur” :

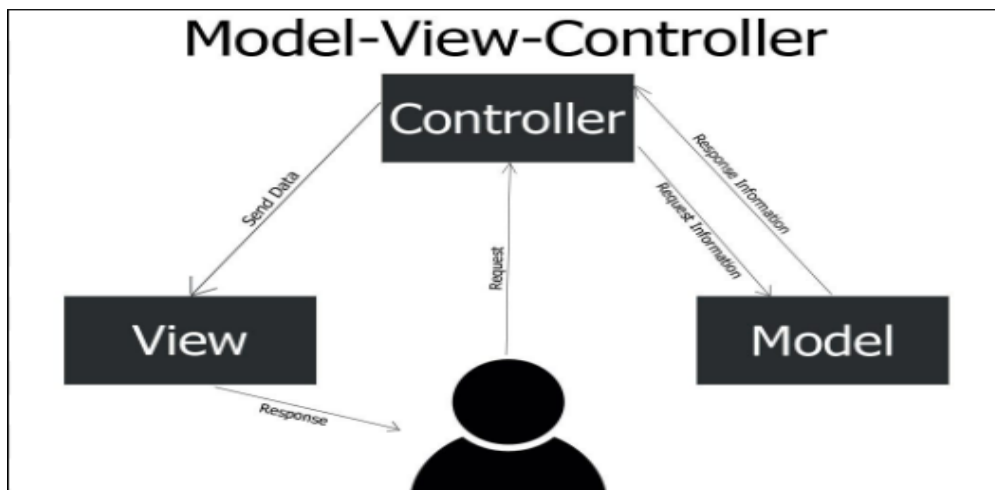


Figure 12 Fig.3.1 Modèle Vue Contrôleur

Cette architecture permet une séparation claire des responsabilités, facilite la maintenance et l'évolutivité du projet, et assure une bonne organisation des différents composants de l'application.

Chapitre4 : Mise on ouvre

Le projet de monitoring agricole repose sur une architecture basée sur Spring Boot et intègre plusieurs frameworks pour faciliter le développement, la gestion des dépendances et la création d'une application robuste. Voici une description de l'architecture du projet et l'intégration des frameworks :

1. Architecture générale

- 1 L'architecture du projet suit le modèle MVC (Modèle-Vue-Contrôleur) pour organiser et séparer les différentes responsabilités.
- 2 Le modèle représente les entités métier telles que les utilisateurs, les données météorologiques, les équipements de surveillance, etc.
- 3 Les vues sont responsables de la présentation des données aux utilisateurs finaux.
- 4 Les contrôleurs reçoivent les requêtes HTTP, effectuent les traitements nécessaires et retournent les réponses appropriées.
- 5 Les services encapsulent la logique métier et assurent la coordination entre les différentes couches de l'application.

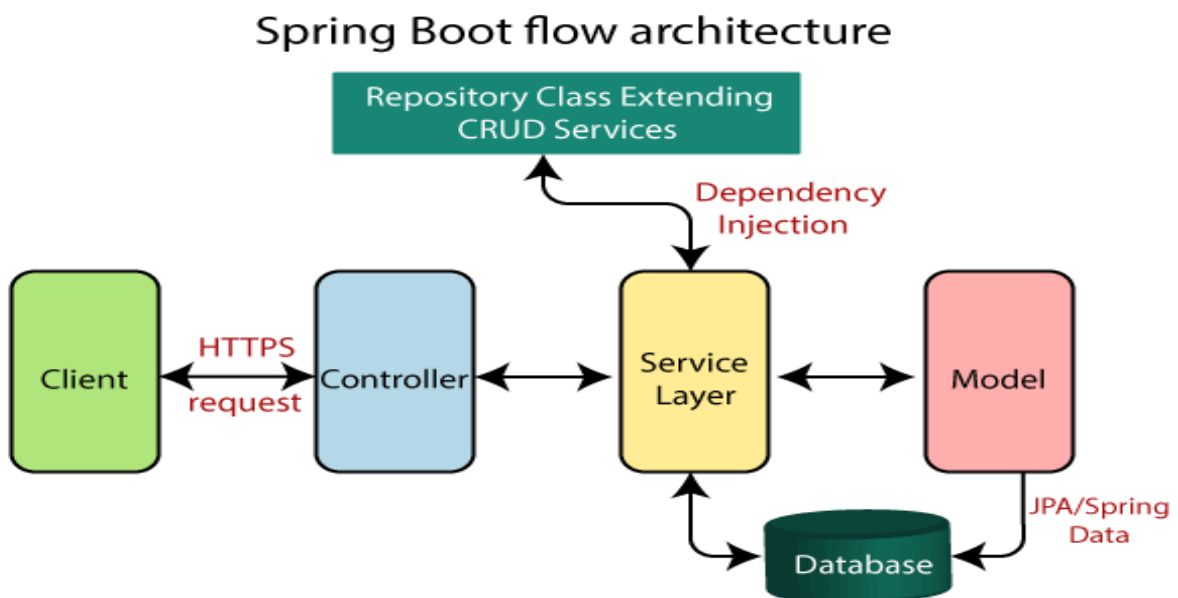


Figure 13 Fig.4.1 Architecture de Spring Boot

2. Frameworks intégrés

- **Spring Boot** : Le projet utilise Spring Boot pour faciliter le développement d'applications Java. Spring Boot fournit des fonctionnalités de configuration automatique, de gestion des dépendances et de déploiement simplifié, ce qui accélère le processus de développement.
- **Thymeleaf** : Thymeleaf est un moteur de templates qui facilite la création de vues HTML en utilisant des modèles. Il est intégré au projet pour la génération dynamique de pages web basées sur les données récupérées des contrôleurs.
- **Spring Data MongoDB** : Ce framework permet l'intégration avec MongoDB, une base de données NoSQL, en fournissant des fonctionnalités de mapping objet-document et des opérations CRUD simplifiées.
- **Apache Tomcat** : Le serveur d'application Apache Tomcat est utilisé pour exécuter l'application Spring Boot et gérer les requêtes HTTP des clients.
- **Bootstrap** : Bootstrap est un framework CSS qui offre des composants et des styles prédéfinis pour faciliter la création d'une interface utilisateur responsive et attrayante.
- **Leaflet** : Leaflet est une bibliothèque JavaScript pour la création de cartes interactives. Elle est utilisée pour intégrer des cartes interactives dans l'application, notamment pour la sélection de localisations et la visualisation de la localisation des équipements de surveillance.

L'intégration de ces frameworks dans le projet permet de simplifier le développement, d'améliorer l'expérience utilisateur et de garantir une application robuste et efficace. Chaque framework apporte des fonctionnalités spécifiques qui contribuent à la réalisation des objectifs du projet de monitoring agricole.

3. Les outils utilisés



Visual Studio code : un environnement de développement intégré très populaire développé par Microsoft. Il est largement utilisé pour le développement d'applications logicielles dans divers domaines, tels que le développement d'applications de bureau, le développement web, le développement mobile et bien d'autres. **Version : 1.79.0**



MongoDB : une base de données NoSQL orientée documents très populaire, open source, qui offre de hautes performances, une évolutivité et une flexibilité pour le stockage, la récupération et la gestion des données. Elle a été développée par MongoDB Inc. **Version : 5.2**



En fournissant une API simple et facile à comprendre, Chart.js facilite la création de graphiques. Vous pouvez ajuster le graphique à vos besoins en modifiant les couleurs, les étiquettes, les axes, les légendes et d'autres paramètres. De plus, il améliore l'expérience utilisateur en permettant des interactions utilisateur telles que le survol des données et le clic sur les éléments du graphique. **Version : 2.9.5**



Bootstrap est l'un des frameworks les plus populaires pour le développement de sites Web. L'outil fournit des modèles pour CSS et HTML avec lesquels vous pouvez mettre en place une conception Web moderne de manière relativement simple. **Version : 5.0.2**



Thymeleaf est un moteur de template open source pour les applications Java. Il est utilisé pour générer des vues HTML du côté serveur, en combinant des modèles HTML avec des données provenant de sources de données Java. **Version : 3.0.5**



Spring Boot est un framework de développement d'applications Java qui facilite la création d'applications autonomes, robustes et prêtes à l'emploi. Il est construit sur le framework Spring, qui est très populaire dans l'écosystème Java. **Version : 6.0.7**



OpenMeteo API est une interface de programmation (API) qui permet d'accéder à des données météorologiques gratuites et en temps réel. Elle est développée par OpenMeteo, une plateforme qui fournit des informations météorologiques mondiales à partir de différentes sources.



OpenStreetMap (OSM) est un projet collaboratif de création d'une carte mondiale libre et accessible à tous. Il s'agit d'une alternative ouverte aux services de cartographie propriétaires tels que Google Maps. OpenStreetMap est basé sur la collecte et le partage de données géographiques par des contributeurs du monde entier. **Version : 0.7.58**



Trefle est un API botanique JSON REST pour les espèces de plantes, permettant de rechercher et de poser des requêtes sur l'ensemble des espèces enregistrées, et de construire les prochaines applications de jardinage et robots d'agriculture. **Version : 1.6.0**



Jakarta EE (Enterprise Edition) est une plate-forme logicielle pour le développement d'applications d'entreprise Java. Auparavant connue sous le nom de Java Enterprise Edition (Java EE), Jakarta EE est une évolution de cette technologie qui a été transférée à la fondation Eclipse en 2017.

4. Langages



JavaScript est un langage polyvalent qui peut être utilisé pour développer des applications Web interactives, des applications mobiles, des extensions de navigateur, des jeux et même des applications côté serveur. Il est devenu un élément essentiel du développement Web moderne et est largement utilisé dans l'industrie. **Version : ES5**



jQuery est une bibliothèque JavaScript populaire et largement utilisée qui simplifie la manipulation du DOM, l'interaction avec les événements et l'ajout de fonctionnalités dynamiques aux sites Web. Elle est conçue pour faciliter le développement JavaScript en fournissant une syntaxe concise et des fonctionnalités pratiques. **Version : 3.6.0**



HTML (HyperText Markup Language) est un langage de balisage utilisé pour structurer et présenter le contenu sur le Web. Il s'agit d'un élément fondamental du développement Web, car il définit la structure de base d'une page Web en utilisant des balises et des éléments. **Version : 5.0**



Leaflet est une bibliothèque JavaScript open source populaire pour la création de cartes interactives et réactives dans les applications web. **Version : 1.9.4**

5. Interfaces

5.1 Connexion

L'utilisateur peut accéder à la plateforme en s'identifiant depuis la page de connexion :

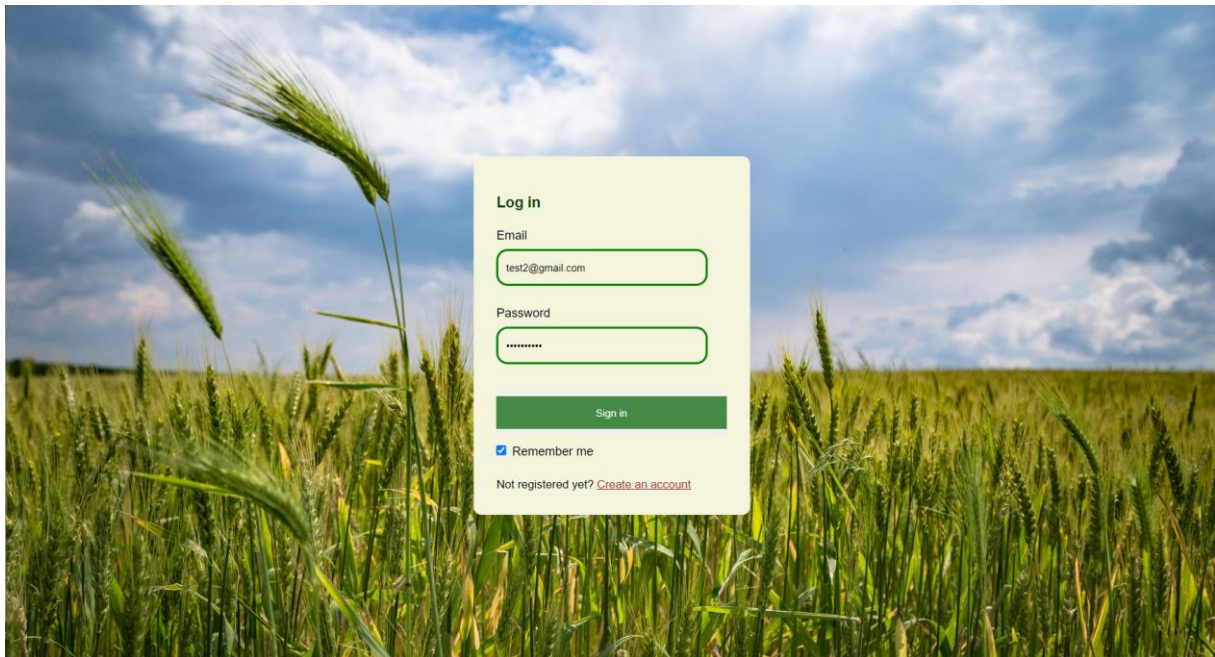


Figure 14 Fig 4.2 Interface de Connexion

5.2 Inscription

Si l'utilisateur n'a pas un compte, il peut créer un compte à travers la page d'inscription.

L'utilisateur doit sélectionner une localisation dans la map qui va s'enregistrer dans le système comme une "zone agricole" de l'utilisateur contenant : le nom du pays , nom de la ville , longitude et latitude.

Si le terrain agricole excite dans le maroc, un attribut région va lui être affecté .

Create your E-agriculture account

First name

Last name

Email

Phone number

Password

Password confirmation

Choose your agriculture zone

Already have an account? [Sign in instead](#)

Figure 15 Fig.4.3 Interface d'Inscription

5.3 Page d'accueil

La page d'accueil offre aux utilisateurs un moyen sophistiqué et attrayant d'accéder aux données météorologiques relatives à leur zone agricole. Les utilisateurs ont la possibilité de visualiser les données de leur emplacement actuel ou d'explorer d'autres zones à l'aide de la carte interactive. La page d'accueil présente un aperçu complet de la météo, y compris quatre graphiques présentant les données de l'année écoulée, des prévisions météorologiques hebdomadaires et des données horaires pour la journée en cours.

5.3.1 Sélectionner une nouvelle localisation

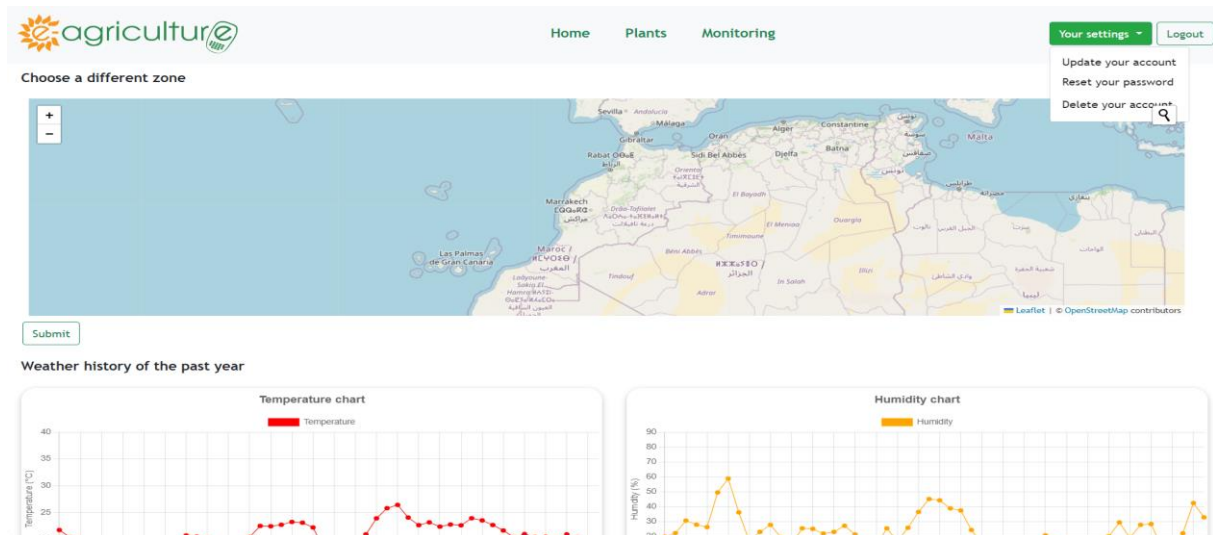


Figure 16 Fig 4.4 Interface d'accueil (Sélectionner position)

5.3.2 Visualiser la météo de l'historique d'une année avant

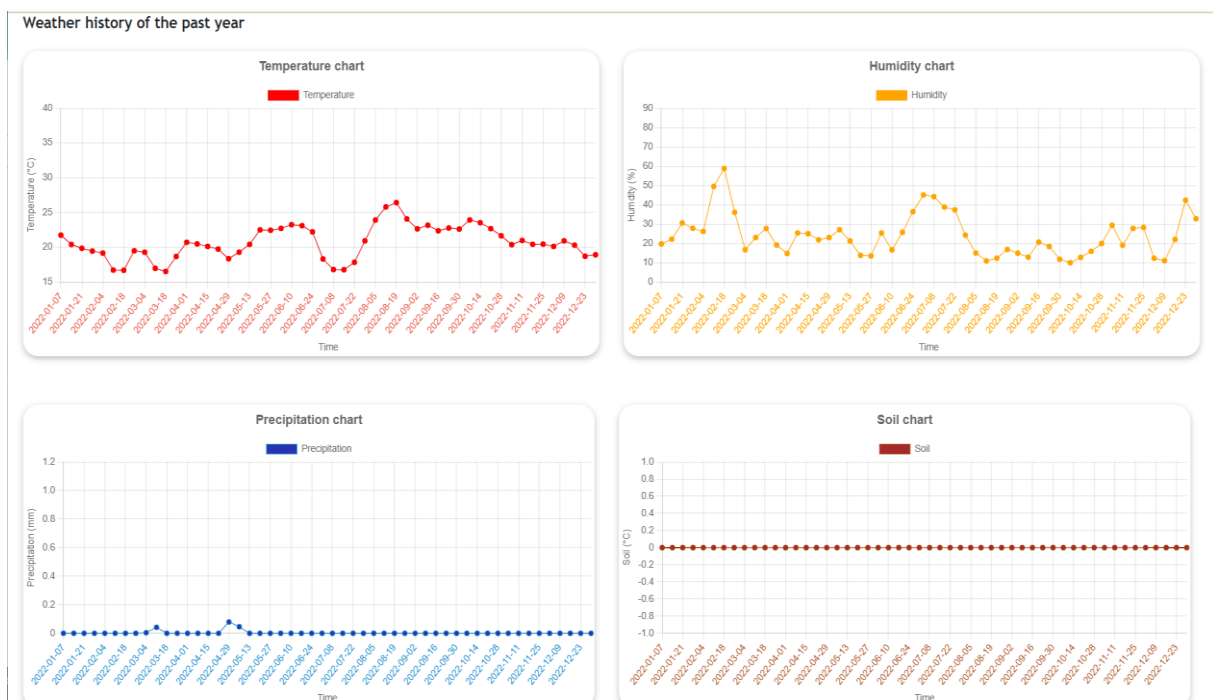


Figure 17 Fig 4.5 Interface d'accueil (Visualiser l'historique)

5.3.3 Visualiser l'estimation de la météo des 8 prochaines jours

This week's forecast

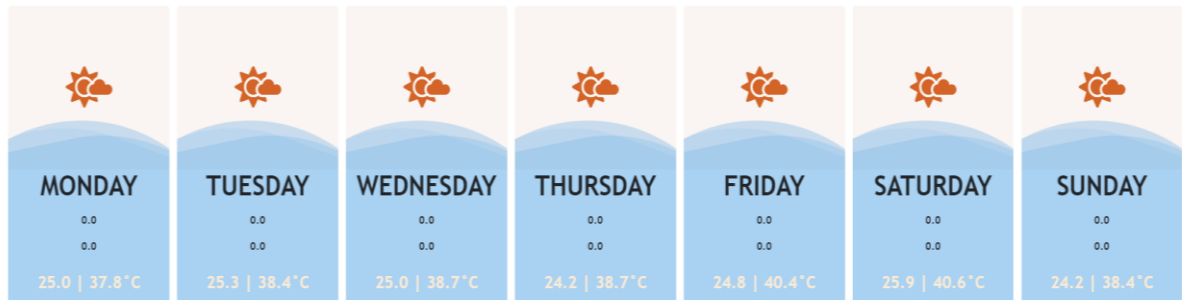


Figure 18 Fig 4.6 Interface d'accueil (Estimation de futur)

5.3.4 Visualiser la météo du temps réel

Weather data hourly

Hour	Temperature	Humidity	Pressure	Precipitation	Rain
00:00	29.7	38	1015	0	0
01:00	28.5	38	1014.8	0	0
02:00	27.6	35	1014.4	0	0
03:00	27	35	1014.2	0	0
04:00	26.4	36	1014.2	0	0

Figure 19 Fig 4.7 Interface d'accueil (Météo réel)

5.4 Page de monitoring

5.4.1 Ajout un ESP

Dans la page de monitoring l'utilisateur peut ajouter un esp à sa liste des esp existante.

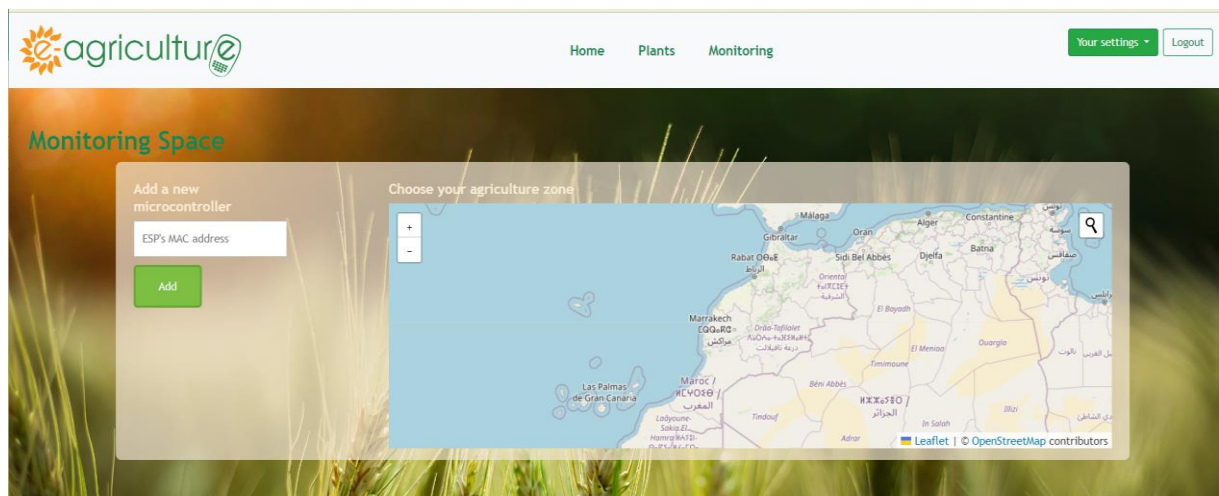


Figure 20 Fig 4.8 Interface d'ajout d'un ESP

5.4.2 Afficher les données météorologiques du temps réel

5.4.2.1 Afficher les données météorologique du temps réel

Si l'utilisateur n'a aucun monitor enregistré dans le système :



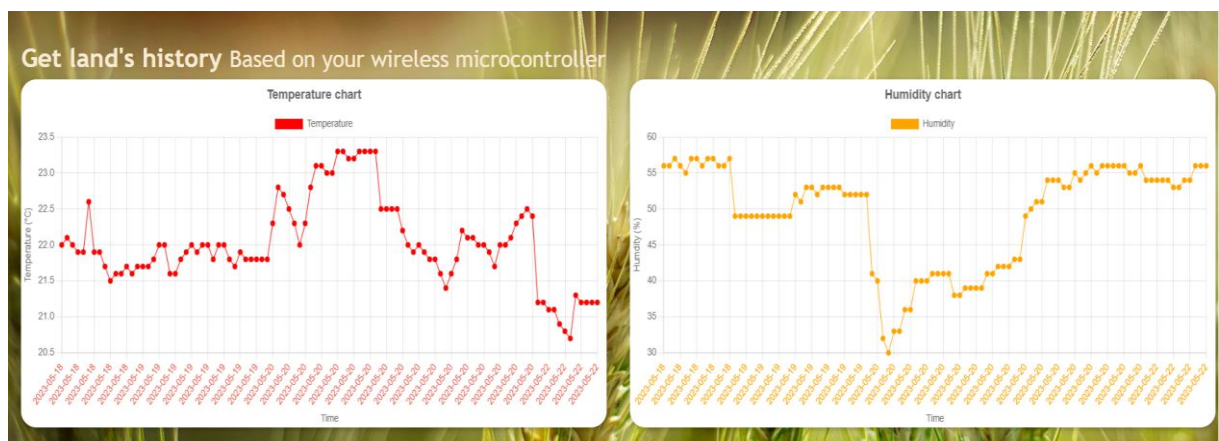
Figure 21 Fig.4.9 Interface du temps réel d'un ESP

5.4.3 Afficher les données météorologiques du temps réel

Dans cette page l'utilisateur peut visualiser les données de la météo du temps réel de tous ses ESP32 enregistré

5.4.4 Afficher l'historique

Cette page est chargée d'afficher les données de l'historique de la météo stockée dans le système d'un moniteur spécifique.



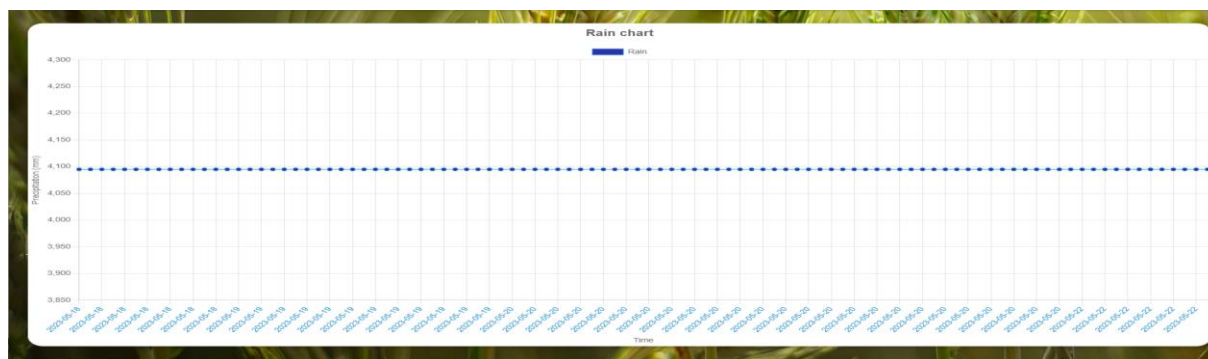


Figure 22 Fig 4.10 Interface ESP(Historique)

5.5 Page de recommandations de plantes

Cette page permet à l'utilisateur de visualiser les plantes par saison et filière avec une méthode de comparaison pour savoir si les conditions climatique de la zone agricole sont favorables pour chaque plante.

Get plants Suggestions Select your preferences

Choose a season Choose a plant sector

Get Recommendations

All the possible plants to harvest during this season

Plant	Type	Humidity	Average humidity	Temperature	Average temperature	Average rain	Watering
Maize (Corn)	Cereal Crops	60.0-85.0 %	▼ 14.7 %	15.0-30.0 °C	▲ 15.53 °C	0.00 mm	500.0-700.0 mL
Rice	Cereal Crops	70.0-90.0 %	▼ 14.7 %	20.0-35.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	900.0-1200.0 mL
Sorghum	Cereal Crops	50.0-80.0 %	▼ 14.7 %	25.0-40.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	300.0-500.0 mL
Basil	Herbs and Spices	40.0-70.0 %	▼ 14.7 %	15.0-30.0 °C	▲ 15.53 °C	0.00 mm	300.0-500.0 mL
Lavender	Medicinal and Aromatic Plants	40.0-70.0 %	▼ 14.7 %	15.0-30.0 °C	▲ 15.53 °C	0.00 mm	200.0-400.0 mL
Echinacea	Medicinal and Aromatic Plants	50.0-80.0 %	▼ 14.7 %	20.0-35.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	300.0-500.0 mL
Medjool Date Palm	Date Palms	30.0-70.0 %	▼ 14.7 %	20.0-45.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	300.0-600.0 mL
Deglet Noor Date Palm	Date Palms	20.0-60.0 %	▼ 14.7 %	25.0-50.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	200.0-500.0 mL
Barhi Date Palm	Date Palms	20.0-60.0 %	▼ 14.7 %	25.0-45.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	200.0-400.0 mL
Halawi Date Palm	Date Palms	20.0-60.0 %	▼ 14.7 %	25.0-50.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	200.0-400.0 mL
Khudri Date Palm	Date Palms	20.0-60.0 %	▼ 14.7 %	25.0-50.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	200.0-500.0 mL
Tahidi Date Palm	Date Palms	20.0-60.0 %	▼ 14.7 %	25.0-45.0 °C	▼ 15.53 °C	0.00 mm	300.0-500.0 mL

Figure 23 Fig 4.11 Interface de recommandations des plantes

5.5.1 Zone agricole dans le Maroc

Si la zone agricole est dans le Maroc, la page va recommander des filières pour la région du terrain agricole :

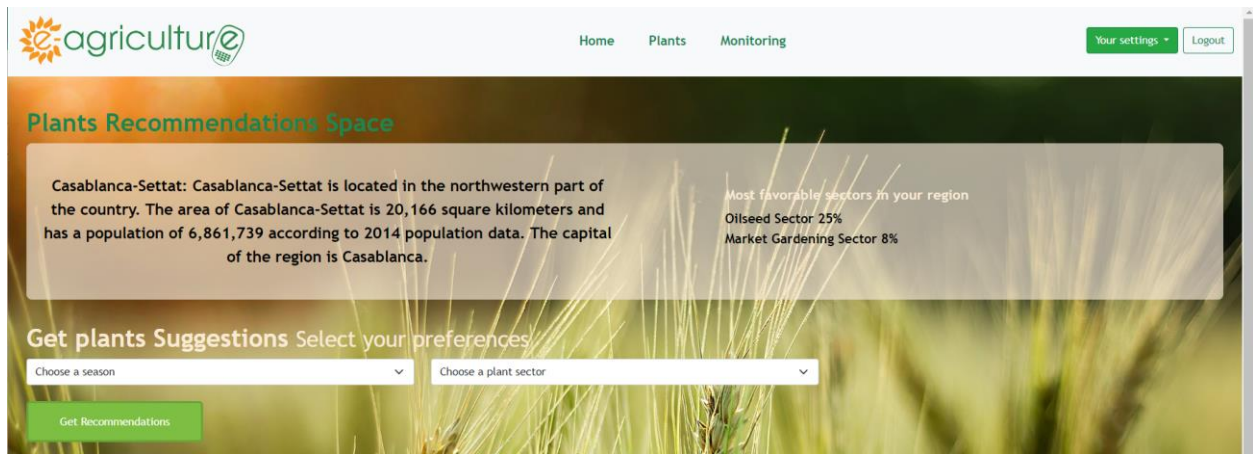


Figure 24 Fig.4.12 Interface de recommandation des plantes (Zone du Maroc)

5.5.2 Zone agricole différente du Maroc

Si la zone agricole n'est pas dans le Maroc, aucune recommandation de filières par région ne sera affichée :

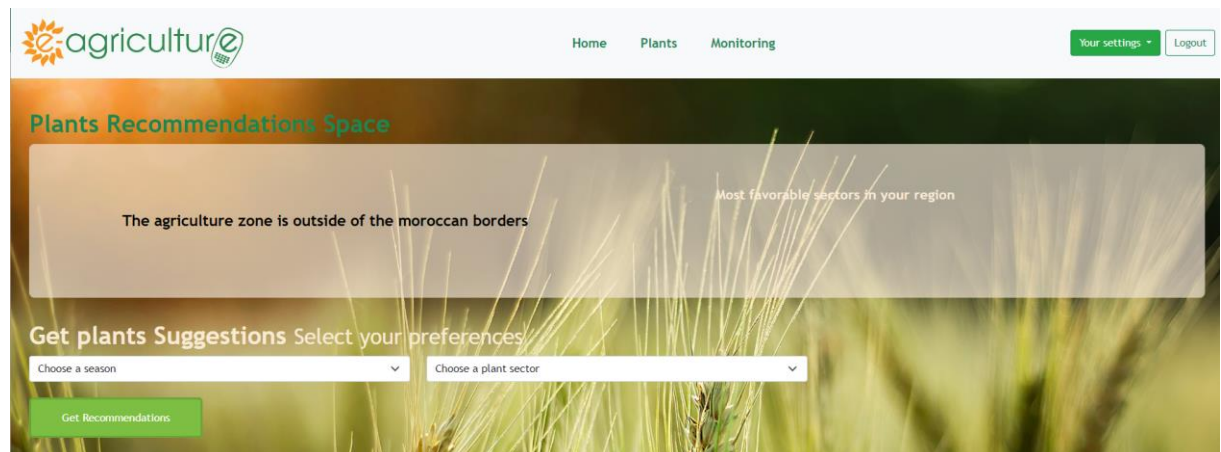


Figure 25 Fig 4.13 Interface de recommandations des plantes (Zone différente du Maroc)

5.5.3 S'informer sur les plantes

L'utilisateur peut sélectionner une zone agricole pour visualiser ses détails :

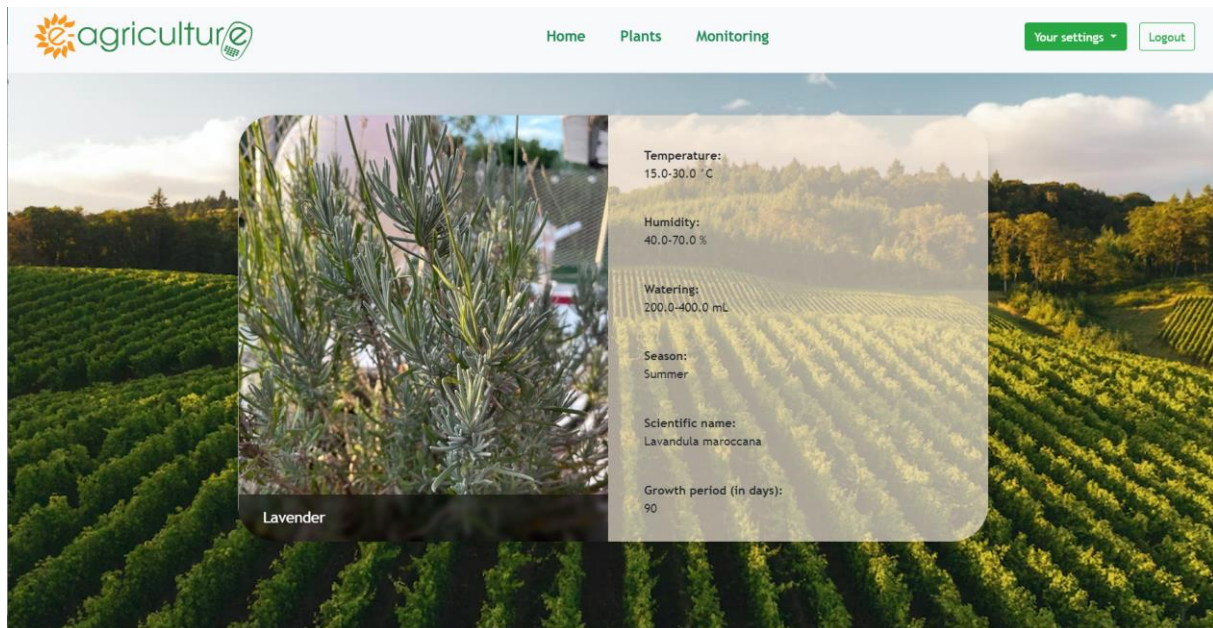


Figure 26 Fig 4.14 Interface d'information sur la plante

5.6 Page de modifications des données d'un utilisateur

5.6.1 Modifier les informations basiques

L'utilisateur peut changer ses informations basiques, ou même sa zone agricole :

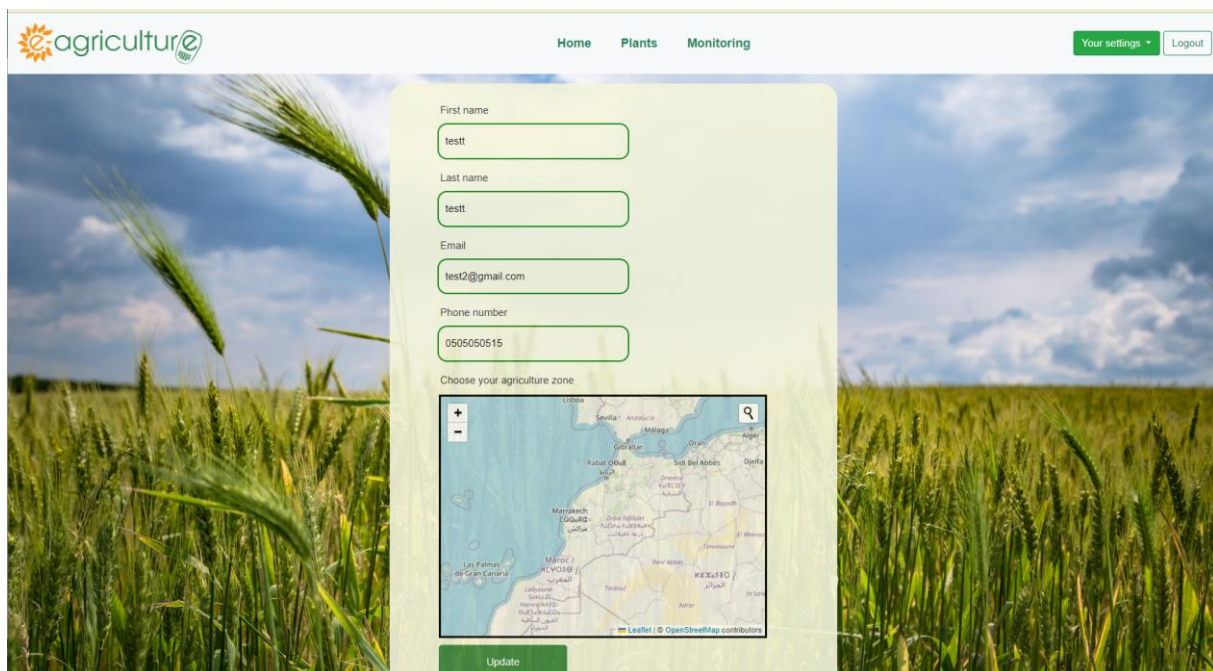


Figure 27 Fig 4.15 Interface de modification d'informations d'utilisateurs

5.6.2 Réinitialisation du mot de passe

Depuis cette page l'utilisateur peut réinitialiser son mot de passe:

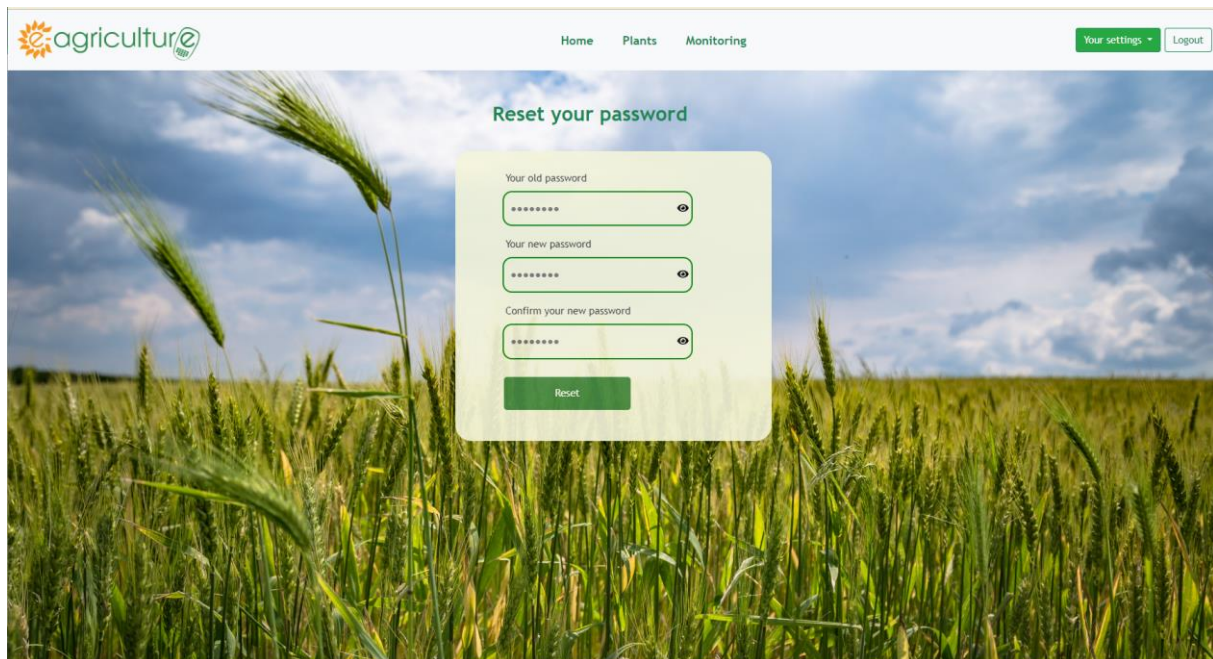


Figure 28 Fig 4.16 Interface de réinitialisation du mot de passe

5.6.3 Suppression du compte

L'utilisateur peut supprimer son compte :

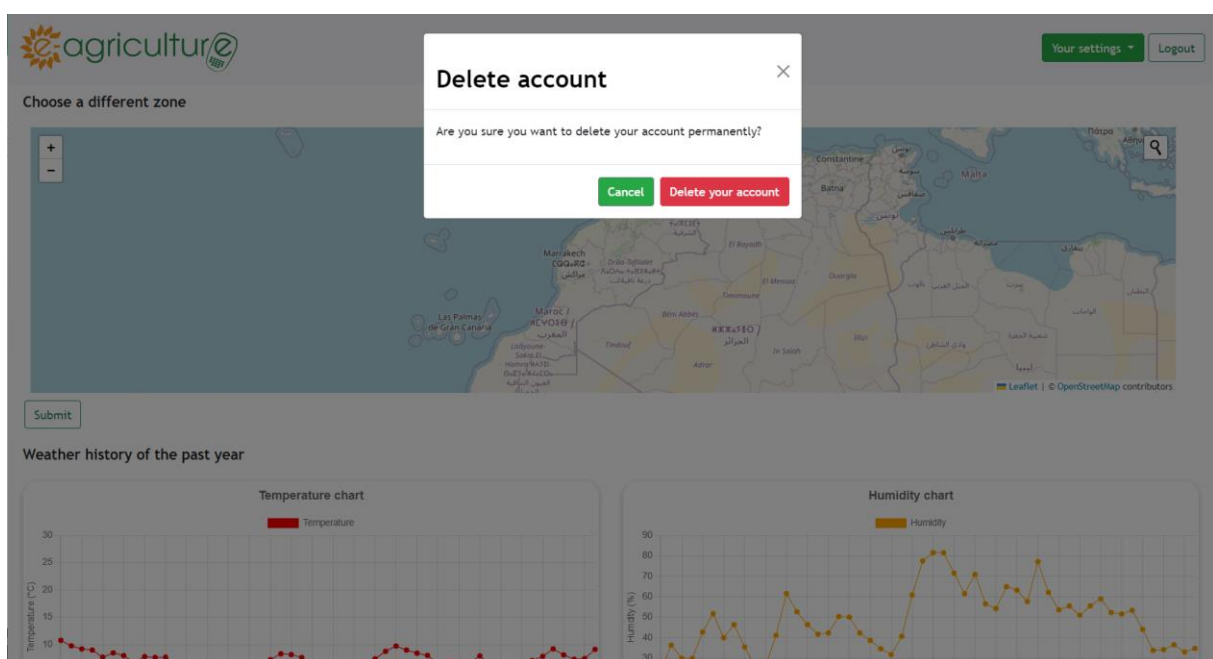


Figure 29 Fig 4.17 Alerte Suppression de compte

5.7 Exceptions

En cas d'erreur l'utilisateur se dirige vers la page des exceptions :

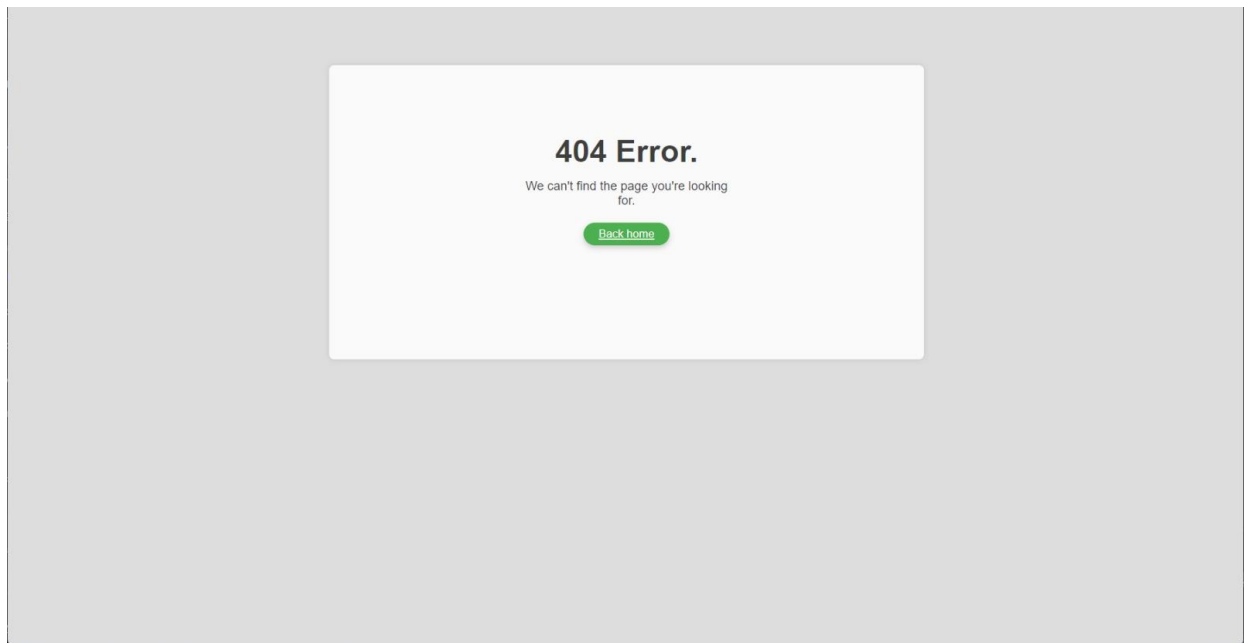


Figure 30 Fig 4.18 Interface d'Exception

Conclusion

En conclusion, ce projet de fin d'études a été une expérience enrichissante au sein de l'École Supérieure de Technologie, où nous avons passé deux années à obtenir notre DUT. Tout au long de ce parcours, nous avons eu l'opportunité de collaborer avec notre encadrant de groupe, le Dr Lahmer Mohammed, dont l'expertise et les conseils précieux ont grandement contribué à la réussite de ce projet.

Le rapport de PFE a permis de mettre en évidence les différentes étapes de conception et de développement de l'application de monitoring agricole. Grâce à l'utilisation des frameworks Spring Boot et Thymeleaf, nous avons pu créer une application robuste et conviviale, offrant aux utilisateurs une expérience agréable et une interface intuitive.

L'un des principaux apports de ce projet réside dans la fourniture d'une solution complète et pratique pour les agriculteurs intéressés par la plantation de cultures. L'application offre des fonctionnalités telles que l'accès aux données météorologiques en temps réel, les recommandations de plantes adaptées à chaque zone agricole spécifique, la visualisation des données de surveillance des équipements et bien plus encore. Cela permet aux utilisateurs d'optimiser leurs décisions agricoles et d'améliorer leur productivité.

Les fonctionnalités du projet ne se limitent pas à ce que nous avons réalisé dans le cadre de ce rapport de PFE. L'application a été conçue pour évoluer et répondre aux besoins futurs des utilisateurs. Pour cela, plusieurs améliorations et extensions sont envisagées.

Premièrement, l'application nécessite une large base de données afin de pouvoir couvrir toutes les filières et plantes existantes. Actuellement, le rapport se concentre sur les fonctionnalités de base, mais il est important de prévoir l'ajout de nouvelles plantes, ainsi que des détails plus scientifiques et détaillés sur chaque plante. Cela permettra aux utilisateurs d'avoir accès à des informations plus complètes et précises pour prendre des décisions éclairées.

Deuxièmement, le projet comprend également des contrôleurs qui visent à développer des applications mobiles pour une expérience utilisateur optimale sur les appareils mobiles. Cela nécessite un mode de déploiement spécifique pour les plateformes mobiles, afin d'assurer une intégration transparente avec les fonctionnalités existantes de l'application web.

De plus, il est prévu d'ajouter une fonctionnalité de suivi des plantes que l'utilisateur a plantées. Cela inclura une étude plus approfondie qui prendra en compte le cycle successif du terrain

agricole lors de la suggestion des plantes. L'application pourra enregistrer les différentes cultures réalisées par l'utilisateur, permettant ainsi un suivi précis de l'évolution de chaque plantation.

Par ailleurs, ce projet a également permis d'approfondir notre compréhension des concepts clés tels que la séparation des préoccupations, le modèle MVC et l'intégration de différents frameworks. Nous avons acquis une expérience pratique dans le développement d'une application web complète, de la conception de l'architecture jusqu'à la mise en œuvre des fonctionnalités essentielles.

En conclusion, ce rapport de PFE témoigne de notre engagement, de nos compétences et de notre capacité à mener à bien un projet d'envergure. Nous sommes fiers des résultats obtenus et des connaissances acquises tout au long de ce processus. Ce projet nous a préparé de manière significative pour notre future carrière professionnelle, en nous dotant des compétences techniques et des compétences transversales nécessaires pour relever les défis de l'industrie. Nous remercions sincèrement notre encadrant de groupe, le Dr Lahmer Mohammed, pour son soutien et son encadrement tout au long de cette expérience.

Bibliographie

MongoDB. (2021). MongoDB Documentation. MongoDB Inc.

URL : <https://docs.mongodb.com>

Baeldung. Thymeleaf in Spring MVC. Baeldung .

URL : <https://www.baeldung.com/thymeleaf-in-spring-mvc>

Spring Boot. Spring

URL : <https://spring.io/projects/spring-boot>

Bootstrap. Bootstrap

URL: <https://getbootstrap.com/>

Open-Meteo. Open-Meteo

URL: <https://open-meteo.com/>

Trefle.io. Trefle.io

URL: <https://trefle.io/>

OpenStreetMap. OpenStreetMap

URL: <https://www.openstreetmap.org/#map=5/27.894/-1.055>

Ministère de l'Agriculture du Maroc. Ministère de l'Agriculture

URL: <https://www.agriculture.gov.ma/>